Fraas

Buch der Natur

für

Landwirthe

oder

landwirthschaftliche Naturkunde

von

C. Fraas,
ord. Professor an der Universität, Direktor der k. Centralthierarzneischule, I. Sekretär des General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern ꝛc.

Mit Holzschnitten.

München.
Literarisch-artistische Anstalt
der J. G. Cotta'schen Buchhandlung
1860.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

Vorwort.

Als man vor tausend Jahren den Landbebauern anrieth, Feld, Wiese und Weide von einander getrennt zu halten und jeden Theil besonders zu pflegen, das Feld insbesondere wieder in drei Abtheilungen zu bringen, da ward ein eben so großer Fortschritt mit der Ausbildung der Dreifelderwirthschaft gemacht, als der mit Einführung der Wechselwirthschaft 800 Jahre später war. Der Beweis, Rindviehzucht ohne Wiesen und Weiden, lediglich mit Stallfütterung und künstlichem Futterbau treiben zu können, war für uns von eben so großem Werthe als die Einführung des gesammten Handelspflanzenbaues in Deutschland. Fortschritte wurden also an der Hand der Erfahrung seit je in der Landwirthschaft, wenn auch etwas langsam, gemacht. Seit der größeren Ausbildung der Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts erfährt man aber viel schneller und leichter — denn auch mit dem Mikroskop und im Laboratorium erfährt der Naturforscher wie der Landwirth — und es ist bereits nach einem zwanzigjährigen Kampfe allen offenbar geworden, daß ohne Kenntniß der naturwissenschaftlichen Hülfslehren kein Landwirth mehr den Streit in der Concurrenz mit seinen besser unterrichteten Genossen aufnehmen kann. Die noch vor Kurzem von Gelehrten und Ungelehrten so verächtlich behandelte Theorie der Landwirthschaft ist nun, nachdem sie die Thatsachen der Naturforschung zur Grundlage erhalten hat, in den obersten Rang unter den staatswirthschaftlichen Lehrzweigen,

der Bedeutung der Landwirthschaft als Erwerbskategorie und Fundament politischer Ordnung gemäß, eingetreten, und es bringt bereits Schande, von ihrem Studium sich abzuwenden!

Aber die Vorbildung der Landwirthe ist sehr verschieden und demgemäß ist schwer, Jeden mit gleichem Erfolg aus der noch etwas ungeordnet oft sprudelnden Quelle der Naturkenntniß schöpfen zu lassen. Im Nachfolgenden versuche ich, in theilweise zwar veralteter und unhaltbarer, aber im Volk noch sehr verbreiteter Eintheilung das Wichtigste, was die Naturforschung dem Landwirth bietet, auf Grundlage meines größeren Werkes „die Natur der Landwirthschaft" zusammenzustellen. Möge es für Viele zum Ausgang in das so schöne und zugleich höchst fruchtbare Gebiet der landwirthschaftlichen Naturforschung dienen!

München, im März 1860.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Erde.

Beschreibung der Hauptbodenarten und ihre Eintheilung.

II. Feuer.

III. Wasser.

IV. Luft.

VII. Die Natur in der Wirthschaft.

I.

Erde.

§. 1.

Verwitterung und Vertheilung.

In der Mitte eines Ackerlandes liege ein großer Felsblock, kahl an den Wänden, kahl auf dem Scheitel. Es wachse nichts darauf, nicht Getreide, nicht Baum oder Strauch und was als krustenartige Flechte an ihm hängt, das gilt im Feldbau so viel wie nichts.

Wenn man nun diesen Felsblock zerschlagen, zermalmen und pulvern würde, so würde er das werden, was die Erde rings um ihn auch ist, er würde zur Ackerkrume werden, welche, gedüngt und bearbeitet bei wechselndem Regen und Sonnenschein so gut nun Früchte bringt, wie jene Erde auch. Und doch ist nichts an dem Felsblock geändert worden, als der Zusammenhang seiner Theile!

Aus solchen kleinen Theilen der felsartigen Gesteine der Erdveste besteht am Ende nun alles, was wir Boden, Erdreich, Ackerkrume und oft auch Untergrund nennen, nur aber sind diese Theilchen nicht immer auf gewaltige rasche Weise abgetrümmert, zermalmt und zerrieben worden, sondern auf eine mehr schleichende, langsam vorgehende, aber in ihren Folgen nicht minder bedeutende Art — durch die Verwitterung.

Der Boden ist also auch nur eine Gebirgsart, die aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzt ist; er ist ein Gemenge aus mancherlei mineralischen Grundstoffen, unter denen übrigens immer einer oder zwei vorherrschen und den Grund zur Bezeichnung liefern. Er kann da entstanden seyn, wo er liegt und noch immer neu durch Verwitterung der Gebirgsart entstehen (Grundschutterden nach Fallou) oder er kann durch Wasser angeschwemmt werden, wie

in den Auen oder Marschen (Fluthschutterden), immer aber ist er durch mechanische oder durch chemische und physikalische Einwirkung, am häufigsten durch alle zusammen entstanden, durch Vorgänge an den felsigen Gesteinen also, die man mit dem Worte Verwitterung bezeichnet.

Die Gesteine nun, welche gleichsam das Gerippe unserer Erdoberfläche bilden, zwischen welches sich die verwitterten und zertrümmerten Massen geschichtet, dann als Boden und Ackererde gleichsam als das Fleisch desselben eingelagert haben und so Schluchten und Risse ausfüllend Thäler und Ebenen bildeten, diese Gesteine, welche oft mächtig aus der Erdoberfläche nackt hervorragen und doch immer verwittern und zerbröckeln, sind vorzüglich: Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Granit und Kalkstein, dann Sandstein und Grauwacke, Basalt, Trachyt, Dolomit, Syenit, Granulit, Porphyr und Kreide, Serpentin, Grünstein, Quarz- und Kieselschiefer, Chlorit und Hornblendeschiefer.

Die Fluthen mischten ihre Verwitterungsprodukte unter einander und nur der Gehalt derselben an den hervorragendsten Erden der weitaus größten Kulturflächen unseres Planeten an Kiesel, Thon oder Kalk begründet eine brauchbare Eintheilung des Bodens, dessen Bedeutung für den Feldbau dann weiter nur von der Größe der Gemengtheile abhängt.

Kalkboden wirkt anders als Kalkkies, Kalksand oder Kalkschlamm, obgleich überall dasselbe Mineral vorherrscht.

Feste Gesteine wie erdige Schichten durchdringen überall Wasser und Luft; Wasser folgt letzterem bis in unmeßbare Tiefen und Luft begleitet dasselbe. Beide zerstören unablässig feste Massen wie erdige Schichten, d. h. sie bringen sie zum Verwittern. Aus den Massengesteinen werden geschichtete und auch die oberste kultivirte Bodenschichte, aus dieser wieder gehen uns unsichtbar, weil im Wasser aufgelöst, viele Bestandtheile der Quellen, Bäche und Flüsse weg.

Wie Wasser und Luft die Verwitterung bewirken, ist im allgemeinen und in jedem einzelnen Falle leicht nachweisbar.

Im Allgemeinen gilt, daß das eindringende Wasser löst, gefroren durch seine Ausdehnung zersprengend wirkt. Große stürzende Fluthen reißen mächtige Felsblöcke ab, rollen sie fort, reiben sie aneinander, zermalmen sie, wie gerundeter Kies und Sand in Flußbetten deutlich zeigen. Der Wellenschlag spült die felsige Küste ab.

Die Luft entführt im Sturmwinde die staubigen Produkte der Verwitterung weithin über Hügel- und Flachland, sie durchzuckt der oft Felsmassen zersplitternde Blitz.

Aber die chemische Wirkung beider, obgleich schwerer beobachtet, ist doch noch viel größer! Geben wir ein Beispiel.

Der Feldspath, eines der häufigsten Bestandtheile unserer Massengesteine, besteht aus kieselsaurer Thonerde und einem kieselsauren Alkali (Kali oder Natron, oder beide zugleich und Kalkerde). Die Natur hat nur eine schwache Säure zur Hand, um verändernd auf diese Masse zu wirken, aber sie ist unerschöpflich! Es ist die Kohlensäure, davon in 10,000 Raumtheilen der Luft 3—4 Raumtheile sind. Mit Kohlensäure und Wasser greift sie nun den Feldspath an, dessen kieselsaure Alkalien Wasser anziehen und sich darin etwas lösen. Sogleich verbindet sich auch Kohlensäure mit den Alkalien oder der Kalkerde, welche als kohlensaurer Kalk nur schwer in kohlensäurearmem Wasser, während die kohlensauren Alkalien aber sehr leicht löslich sind.

Also löst Wasser aus dem Feldspath schon kieselsaures Kali und kohlensaure Alkalien und auch die kieselsaure Thonerde nimmt dabei Wasser auf. Damit nun ist der krystallinische Feldspath schon zur Erde geworden, weich, breiig, abschwemmbar, von derbem kohlensaurem Kalk begleitet.

Tritt nun neben dem Feldspath wie gewöhnlich noch Granit, Glimmer, Hornblende, Quarz ꝛc. auf, so nehmen auch diese am Zerfallen des Feldspathes Theil, weil nunmehr die Zwietracht in die Verbindung gekommen ist und es entstehen so gemischte Massen von Erdreich, das an Ort und Stelle liegen bleibt oder von Wasser fortgeschwemmt wird, und dann große Lagen von Thon- und Lehmböden bildet, in denen Thonerde, Quarz, kohlensaurer Kalk und kohlensaures Eisen die Hauptbestandtheile bilden.

Auch tritt die Thonerde oft reiner auf — Thonboden,
oder die Kalkerde „ „ „ Kalkboden,
oder der Quarz „ „ „ Kieselsandboden.

Und in der That bilden diese drei die Hauptbodenarten unseres ganzen Kulturlandes der Erde.

Alles Organische hat sich in diesen Trümmern der Massengesteine erst höher entwickelt und ohne sie wäre die Erde der wüste, kahle Fels, den Meereswogen umtosen, aber weder Wälder noch

Wiesen begrünen, und — ohne Pflanzen auch keine Thierwelt! — nicht die Fülle der Thierschöpfung belebte, nur allein mit Ausnahme der Myriaden von kleinen Kalk- und Kieselpanzlern, von kleinen Geschöpfen, von denen oft schwer zu sagen ist, ob sie Thiere oder Pflanzen seyen, und die man nur mit dem Vergrößerungsglase erkennen kann.

Diese im Meere wie in See'n, Flüssen und Bächen, in Mooren und Sümpfen in unzählbaren Massen vorkommenden Geschöpfe nehmen aus dem Wasser gelöste Kalk- oder Kieselerde auf und legen sie wieder äußerlich, aber nunmehr ungelöst, also fest, an. Sie sterben, aber ihre Steinhülle bleibt. Myriaden vergehen und Myriaden entstehen und in den hunderttausenden von Jahren der Erdbildung, die noch immer fortgeht, haben sie nicht bloß die Korallenriffe und Bänke, oder ganze Inseln im Meere, sondern auch die viele tausende von Fußen in den Himmel ragenden Kalkgebirge des Festlandes, früher eben gleichfalls Meeresbänke, gebildet. Und an jeder Küste im Meeresschlamm, wie an jedem Ufer der Flüsse und Bäche wimmeln noch jetzt Myriaden solcher Wesen und bilden einen Theil des Schlammes, der, trocken gelegt, das fruchtbarste Schwemmland, Au oder Marschboden wird.

Fig. 1.



Fig. 2.

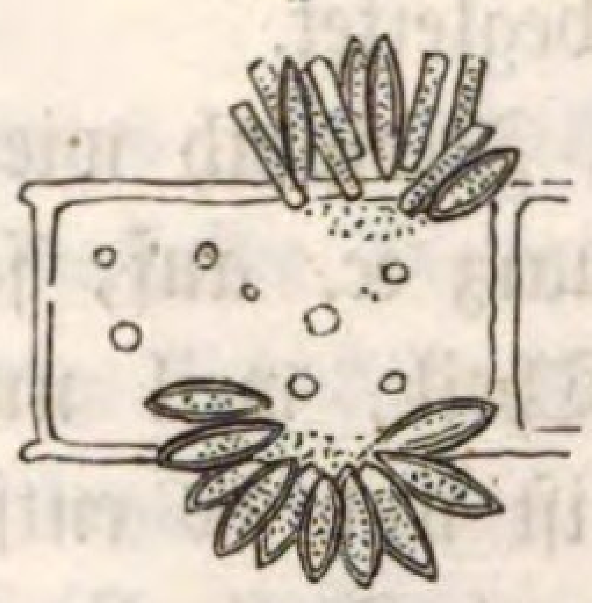


Fig. 3.

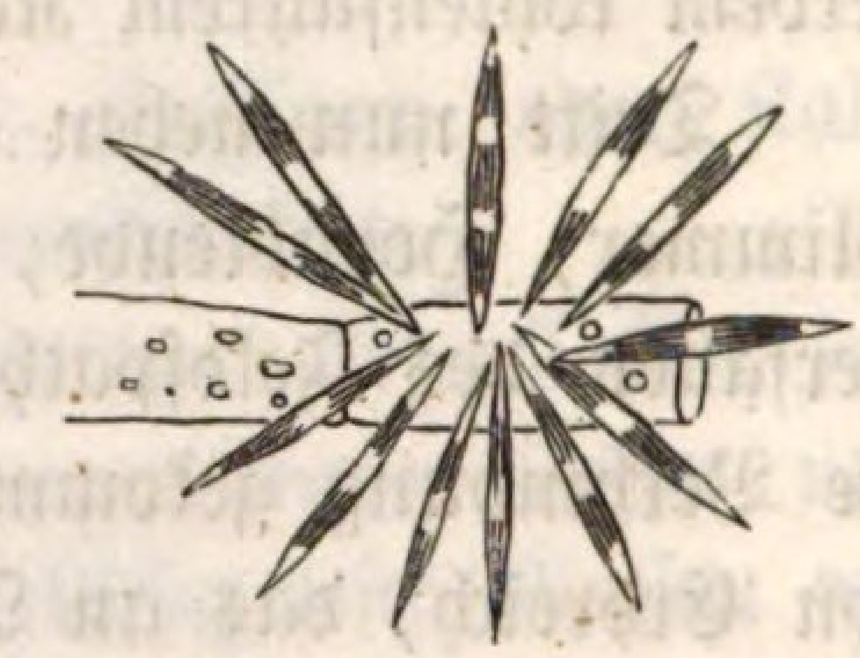


Fig. 4.

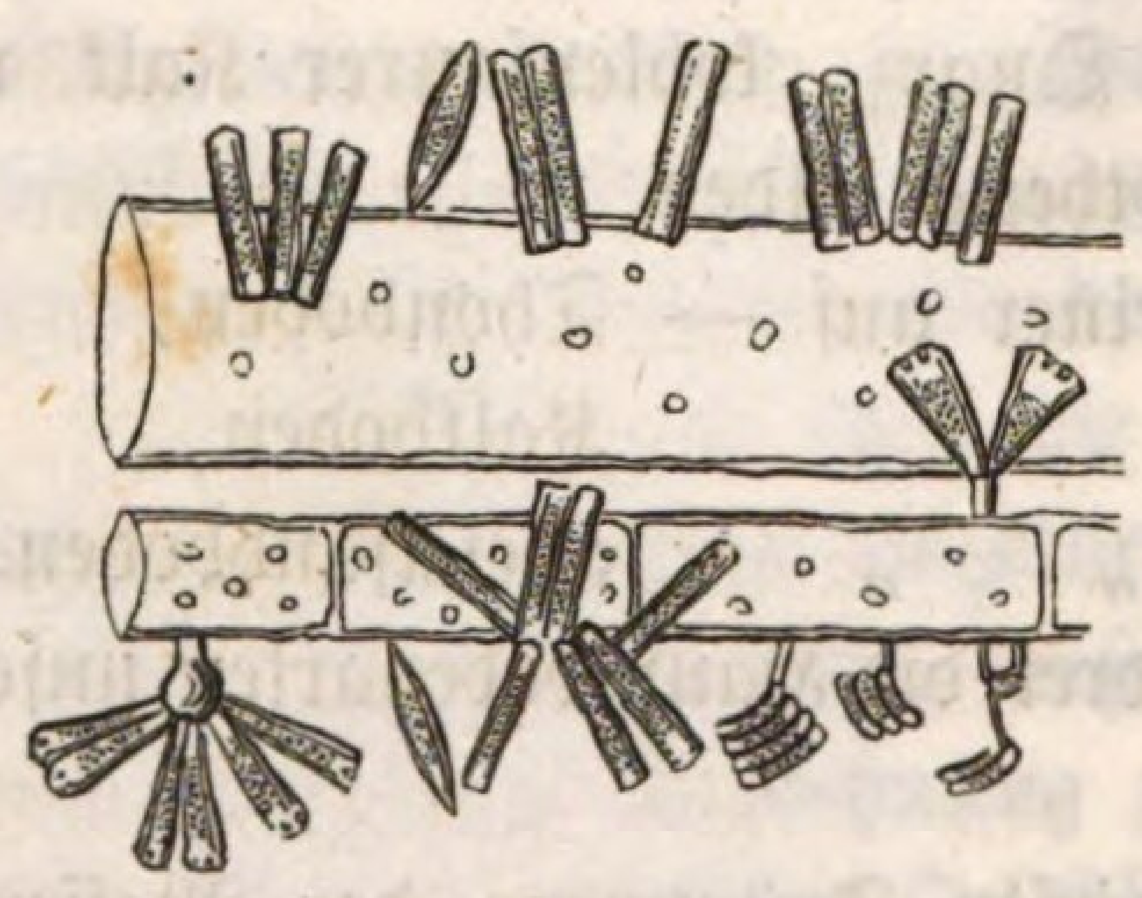
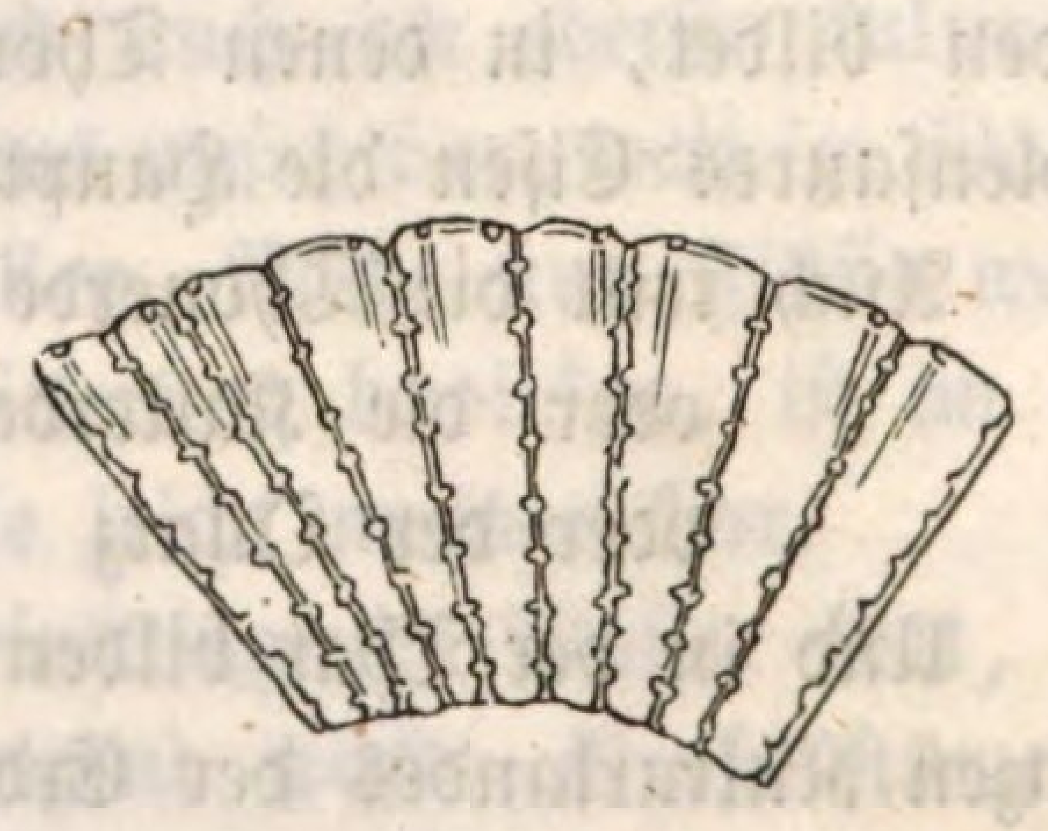
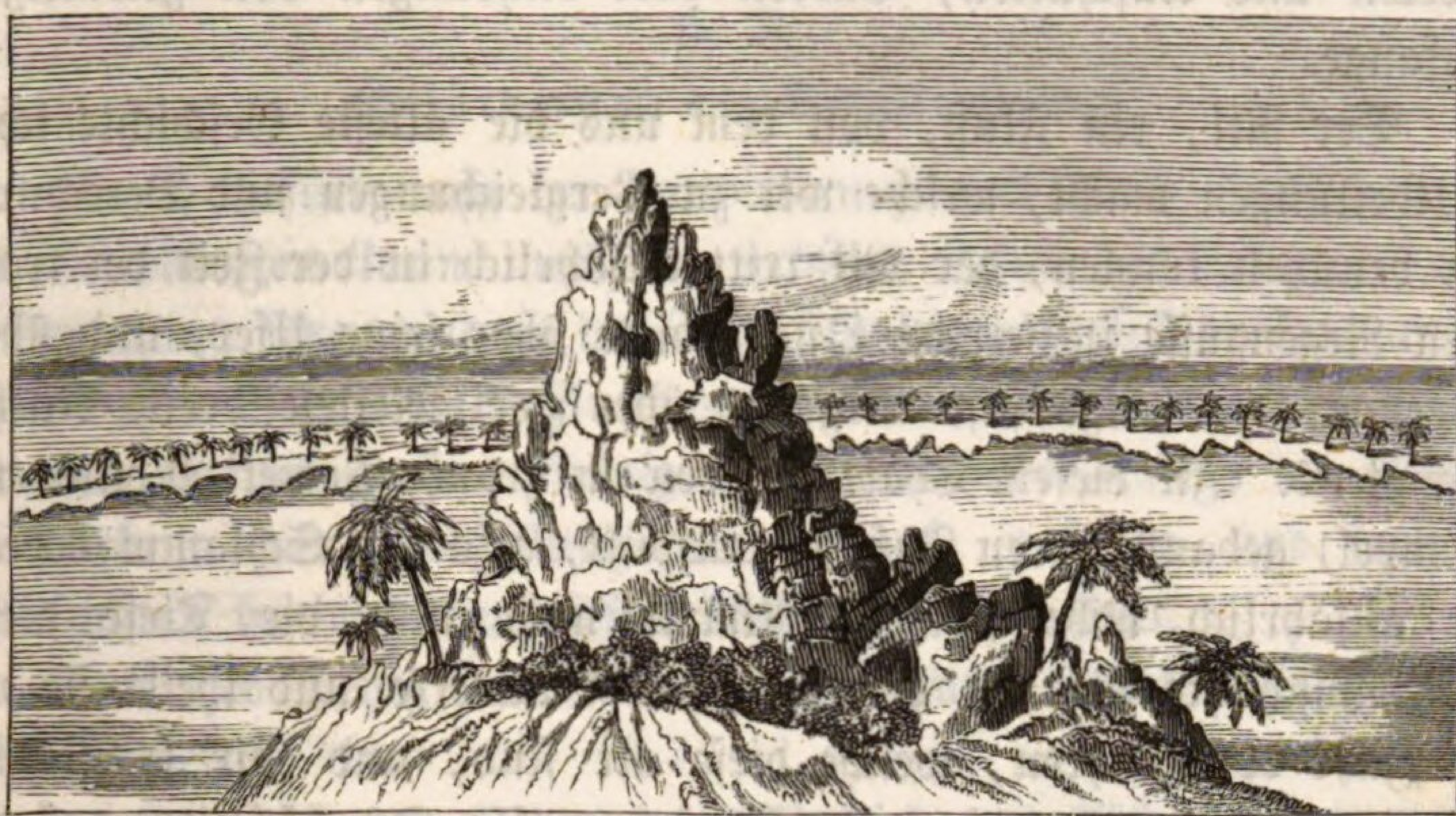


Fig. 5.



Die Figuren von 1 bis 5 zeigen solche Kieselpanzler (Diatomeen) bei 2, 3 und 4 auf Wasserfäden sitzend.

Fig. 6.



Korallenriff des Meeres.

Laßt Wasser, Luft und Fels zusammenkommen und ihr werdet sehen, daß der letztere, so fest er auch seyn mag, allmählich zerbröckelt oder jedenfalls verwittert, er wird zu Staub wie wir auch, und dieser Staub und die groben Trümmer bilden das Erdreich oder den Boden, in dem Pflanzen wachsen, von welchen Thiere leben, das Erdreich, das wir mit dem Pflug oder dem Spaten bearbeiten, um darin künstlich Pflanzen zu bauen, d. h. Ackerbau zu treiben.

Aber Wasser und Luft lösen nicht bloß und fördern die Verwitterung, sie führen auch das Gelöste und Verwitterte fort, insbesondere das Wasser. Dieses sowohl wie das Feuer gaben der Erdoberfläche erst die weitere Gestalt und wir Landwirthe bekümmern uns darum, weil unsere Böden darnach sich verschieden zeigen.

Das Wasser bildete und bildet noch jetzt angeschwemmtes Land, das Feuer schüttete und schüttet noch jetzt Lavamassen oder geschmolzene Erden über die Umgebung feuerspeiender Berge hin und hob in den älteren Zeiten der Erdbildung ungeheure Bergmassen aus dem Erdinneren empor.

Das Wasser führt mechanisch zertrümmerte, dann verwitterte, endlich gelöste feste Bestandtheile der Erde in solcher Masse mit sich, daß sich im Lauf der Zeiten die Flußufer wie Flußbette erhöhten, an den Flußmündungen sich so viel Schutt und Schlamm häufte, daß dieselben nunmehr viel weiter im Meer sich ausmünden als früher, ja daß sie sogar an diesen Mündungsstellen im Meer Inseln

bildeten und Anschütten, Barren oder Nehrungen von gewaltigem Umfange.

Der Nil, ein Fluß, von dem uns die älteste Geschichte schon Mittheilungen macht, welche wir zu Vergleichungen und Berechnungen benützen können, der Nil tritt alljährlich in der Zeit der tropischen Regengüsse in seinem Quellgebiete über seine Ufer, und überschwemmt das enge fast nirgends über zwei Meilen breite Nilthal Aegyptens. In diesem Thale wurden in grauer Vorzeit Monumente (Tempel) gebaut, deren Fuß er umspült, also mit Schlamm bedeckt, der alljährlich höher wird. Nimmt man nun die Tiefe dieser Schlammschichte bis an den Fuß der Bauwerke und theilt sie mit der Zahl von Jahren, welche diese alt sind, und wir kennen die Zeit ihrer Erbauung, so zeigt sich im großen Durchschnitt, daß der Nil alle 100 Jahre hier eine Schlammschichte von $3\frac{1}{3}$ Zoll absetzte. Um eine 50 Fuß hohe Bodenschichte zu bilden, brauchte er 18,000 Jahre, und 360,000 Jahre, um eine Schichte von 1000 Fuß Höhe abzulagern. Die durchschnittliche Dicke aller geschichteten Erdmassen unseres Planeten wird aber nur auf etwa 16,000 Fuß oder $\frac{3}{4}$ Meilen senkrecht von der Oberfläche ab angenommen.

Diese Ablagerung ist aber in besonderen gerade für den Landwirth bedeutenderen Fällen viel größer. Der Rhein führt in 5000 Jahren etwa eine Cubikmeile Landes in die Nordsee; was der Ganges jährlich an festen Bestandtheilen ins Meer führt, damit könnte man 172 englische Quadratmeilen einen Fuß hoch bedecken. Der Mississippi führt jährlich halbsoviel ins Meer.

Am leichtesten erfährt man, was Flüsse mit sich führen, wenn sie sich auf ihrem Lauf in einen See ergießen und dadurch etwas zur Ruhe kommen. Der See wirkt klärend, das heißt, die trübenden Bestandtheile fallen hier zu Boden. Ein Kanal der Isar führt in einen solchen künstlich angelegten See bei München und läßt hier in Ruhe seine ihn trübenden festen Bestandtheile fallen. Sie betragen jährlich in der Mitte des Sees bei einer Wasserhöhe von 3 Fuß im Durchschnitt 6 Zoll.

Kann es nun noch ein Zweifel seyn, daß man durch künstliches Anschwemmen von Erde auf Haiden, Mooren und Oedungen mit seichten und schlechten Krumen eine enorme Bodenverbesserung und noch dazu in sehr kurzer Zeit bewirken kann?

§. 2.

Beförderung der Verwitterung.

Durch Beförderung der Verwitterung und durch Anschwemmen des Verwitterten kann man die größten Hebel des Pflanzenbaues in Bewegung setzen und in der That sind die natürlich vorkommenden fruchtbarsten Böden solche Anschwemmböden (Alluvionen) und bereits hat man sie mit großem Erfolg in England bei Kultur der Moore, in Toskana zur Ausfüllung der Sümpfe und da und dort in Deutschland bei Schlemmwiesen künstlich nachgeahmt.

Aus der Lehre von der Verwitterung lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Je mehr der Boden dem Wechsel von Wärme und Kälte, Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist, um so rascher schreitet in ihm die Verwitterung fort.

2) Die Verwitterung ist begleitet von leichterer Löslichkeit pflanzennährender Stoffe.

3) Bei ständiger hoher Kälte findet nur geringer, bei ständiger hoher Wärme eine größere Verwitterung statt. Ständige Nässe und ständige Trockenheit wirken der ersteren gleich.

4) Mechanische Verkleinerung des Bodens, wie sie durch Bearbeitung desselben bewirkt wird, befördert die Verwitterung und Lösung am meisten, insbesondere wenn sie sich mit der Wirkung des Wechsels von Wärme und Kälte, Nässe und Trockenheit je nach den Jahreszeiten und sonstigen Witterungsphasen geschickt vereinigt. Pflügen vor Winterszeit, Eggen je nach der Bodenart und der Jahreszeit verschieden!

5) Der Einfluß der Gase überhaupt und des Sauerstoffs der Luft insbesondere, dann der Kohlensäure und des Ammoniakgases der Luft zunächst ist von größter Bedeutung für Verwitterung und Lösung. Man öffnet durch die Bodenbearbeitung ihnen auf geeignete Weise den Zutritt.

6) Der Zusatz chemisch wirkender Stoffe (Säuren, Alkalien, Salze) befördert Verwitterung und Lösung der Bodenbestandtheile je nach Auswahl am stärksten, leicht auch zum direkt schädlichen, oder wenigstens verschwenderischen Uebermaße; der Zusatz organischer, aber in Zersetzung begriffener Stoffe wirkt den ersteren ähnlich, nur schwächer.

7) Die meisten Regeln der Praxis für Lockerung, Krümelung und Wendung des Bodens, also für den größten Theil der Bearbeitung desselben fließen aus diesen Sätzen. Die übrigen gehören der Mechanik bei Bedeckung des Düngers, der Samen und Knollen und bei der Ernte ꝛc. an. Die Brache ist ganz besonders die Verwitterung fördernd, sie ist zunächst „Stadium der Verwitterung."

§. 3.

Regeln für die Alluvion.

Aus der Lehre von der Bildung von angeschwemmtem Lande (Alluvium) lassen sich folgende kurze Sätze abziehen.

1) Je stärker die Gewalt der Strömung, je größer die Fluth und die Kraft der Wogen, je gleichmäßiger sie andauert, um so geringer ist der Absatz der im Wasser schwebenden Theile, um so größer aber sind die fortgeführten Stücke, Steine, Geröll, Sand.

2) Alles was die Strömung und deren Kraft bricht oder hemmt, z. B. Strudel, Gegenströmungen, Ebbe und Fluth, zeitweiser Nachlaß der Strömung, schwache Strömung überhaupt fördert den Absatz fein vertheilter Erdmassen, Thon, Lehm, Mergel.

3) Künstlich angebrachte Hindernisse gegen die Strömung fördern den Schlammabsatz ebenso wie Bäume, Gesträuche, Rohre und Binsen.

4) Andauernde Winde können selbst in See'n den Dienst der Strömung verrichten, d. h. schwebende Theile über die ganze Seefläche verbreiten und die Alluvion selbst, je nach ihrer Richtung, einseitig vermehren.

5) Die schwebenden Theile unterliegen der chemischen Zersetzung bezüglich der Lösung und Neubildung, während sie mit neuen Wassertheilen in Berührung kommen. Das Wasser selbst ändert sich nicht bloß durch Mischung, sondern auch durch den Contakt mit Luft und Boden.

6) Wenn Flüsse nur kurze Zeit des Jahres trübe sind, d. h. Schlamm führen, so ist ihr Gehalt an gelöstem kohlensaurem Kalk das Jahr durch größer, als die durch Suspension fortgeführte Masse. Dieses ist in der gemäßigten Zone fast überall der Fall. Die Flüsse sind reicher an gelösten Mineralbestandtheilen, wenn ihre Wasser klein und klar sind, sie werden ärmer bei Ueberfluthungen.

7) Silikate alkalischer Erden und Alkalien spielen ebenso wie

thoniger Schiefer eine untergeordnete Stelle unter den schwebenden Bestandtheilen der Gewässer, insbesondere sind Kalksilikate spärlich vorhanden.

8) Die Höhenlage des Landes gegenüber dem Schwemmwasser muß günstig und eine Vertheilung des Schlammes, je nach Belieben, über die Oberfläche möglich seyn.

9) Die beste Jahreszeit zur Aufschwemmung ist nach Klima und Lage verschieden, bei uns sind Herbst und Frühjahr, namentlich letzteres günstig.

10) Schlemmwasser, aus kultivirtem Lande kommend, ist dem aus Gebirgs- und Waldland vorzuziehen.

11) Die Zeit, binnen welcher suspendirte Theilchen zu Boden fallen, hängt ab von ihrer Quantität, Größe und ihrem specifischen Gewichte, von dem Inhalt des Wassers an löslichen Theilen, von der Ruhe des Wasserspiegels und der Tiefe der Ueberfluthungsschichte.

12) Die am entferntesten vom Aufschwemmungskanal liegende Fläche erhält zwar weniger, aber fruchtbareren Schlamm.

13) Auf Sand und Moorland, dieses insbesondere, wirken Alluvionen am vortheilhaftesten. Sie ersparen nach Eintritt der Verwitterung selbst mehrere Jahre eine Düngung.

§. 4.

Eintheilung des Bodens.

Die durch Verwitterung, mechanische Verkleinerung und An- und Aufschwemmung entstandenen Erd- oder Bodenschichten, die auch jedoch nur geringeren Theils oft da lagern blieben, wo sie entstanden sind, wurden seit je sehr verschieden eingetheilt. Bald wurden sie nach dem Vorherrschen irgend eines chemischen Bestandtheils, bald nach ihren physischen Zuständen, bald nach ihrer Fruchtbarkeitsanlage, nach dem Gedeihen wild wachsender und kultivirter Pflanzen, selbst nach dem Grad der Schwierigkeit ihrer Bearbeitung rc., ja selbst oft nach mehreren dieser Ausgangspunkte zugleich, in verschiedene Klassen gebracht. Zuletzt hielt man es für einen Fortschritt, die chemischen Bestandtheile neben den physikalischen Eigenschaften zugleich die Hauptrolle spielen zu lassen und hing sogar noch eine Bodenart, die ursprünglich gar nicht aus Mineralbestandtheilen sich bildete, nämlich den Moder- oder Humusboden, Moorboden, Torfboden rc. an.

Man sprach so von Sand-, Thon-, Lehm-, Mergel-, Kalk- und Humusboden, während doch gewiß ist, daß der Sand nur einen Zustand bezeichnet und der Moorboden dem organischen Reich angehört.

Man muß Einen Ausgangspunkt allein festhalten, wenn man klar werden und mit Eintheilungen bewirken will, was ihr Zweck ist, nämlich Erleichterung der Uebersicht. Wir wählen die chemischen Bestandtheile als solchen, und zwar nur vom wahren Boden, der aus Gesteinsarten ursprünglich entstanden ist, und da zeigt sich denn, daß man nur drei große Familien unterscheiden kann, welche den Kulturboden der ganzen Erde in mehreren Gattungen und Arten beherrschen.

Diese drei Familien sind Kiesel-, Thon- und Kalkböden.

Alle sind bald gröber, bald feiner vertheilt vorhanden, die Familie der Thone, einmal entstanden, nur im letzteren Zustande, oder staubig trocken und bündig naß. Gröber vertheilt sind sie Kies, Grus oder Sand, feiner vertheilt, so daß sie im ruhigen Wasser länger schwimmen oder schwebend bleiben, als der Sand, heißen sie Schlamm. Schlamm und Sand sind nur Zustände, aber diese Zustände sind von sehr großer Bedeutung für den Pflanzenbau.

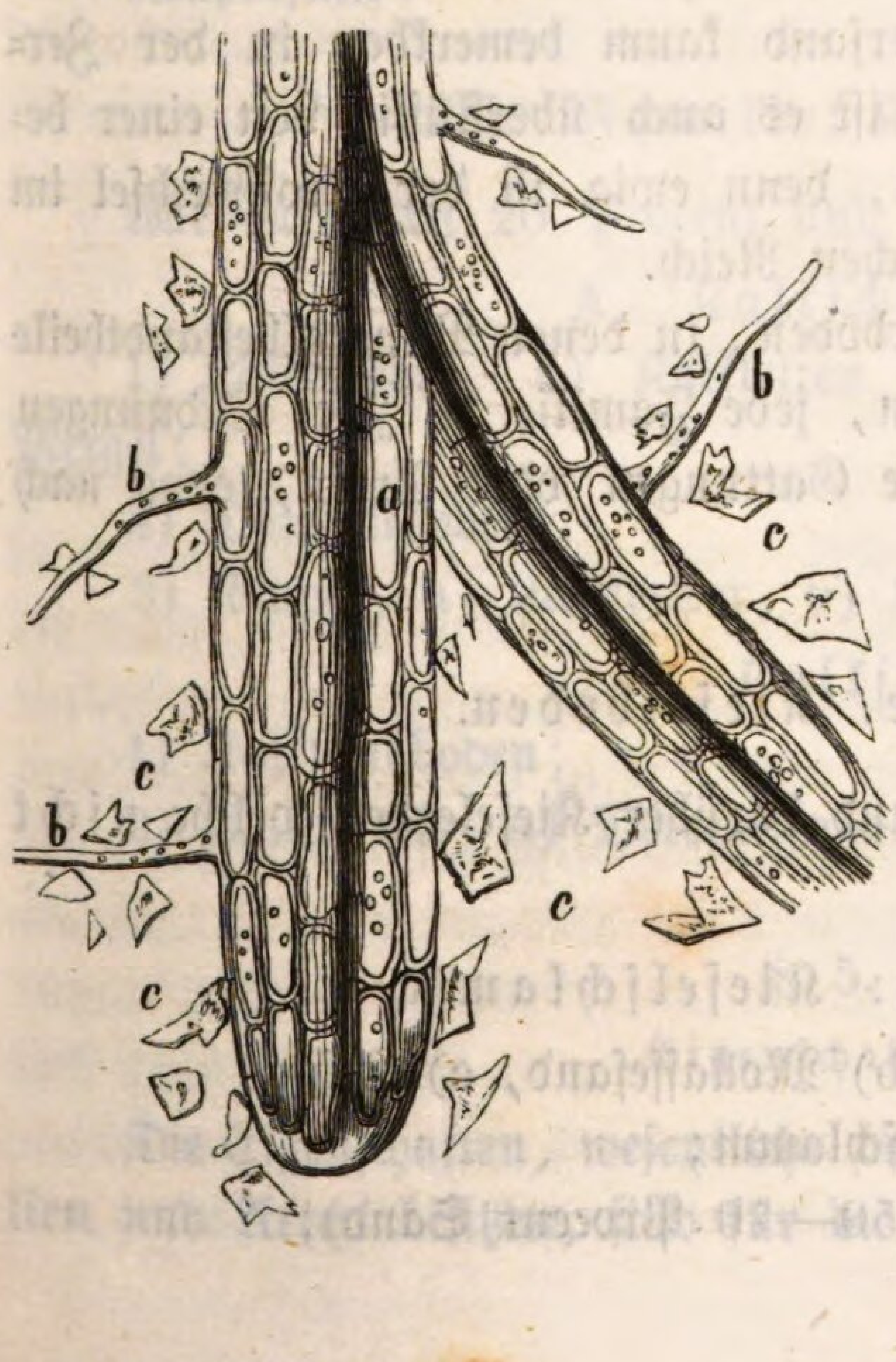
Jeder Boden besteht zuletzt aus kleinen Stückchen oder Splittern des Muttergesteins, aus dem er entstand. Die groben Stückchen erkennen wir schon mit dem bloßen Auge (die Sande eben!); die feineren zeigt uns erst in ihrer Sonderung das Mikroskop. Ein solcher feiner Splitter, oder ein solches Erdstückchen spielt eine große Rolle für den Vorgang der Pflanzenernährung und verdient daher eine besondere Betrachtung. Ein solches Theilchen verwittert nämlich und löst sich theilweise immerfort auf, gerade so und noch rascher wie der größte Fels.

Doch dauert es wohl Jahrtausende, bis es irgendwo ohne künstliche Eingriffe empfunden wird, da überdieß durch neue Aufschwemmung, durch weitere Verwitterung der Massengesteine und selbst des Untergrundes unter der Bodenschichte immer neuer Zugang geliefert wird und das wirklich in weggenommenen Pflanzen oder durchsickernde Wasser, in Quellen Entfernte, eine verhältnißmäßig äußerst geringe Schichte bildet. Man nimmt mit einer Getreideernte erst circa 70 Pfund Mineralbestandtheile von einem Tagwerke von 40,000 Quadratfuß, also erst 0,00017 Pfund auf einen

Quadratfuß, oder circa 1/5 Quint, was Staub, Regen, Schnee und Dünger schon der Masse nach reichlich, aber nicht nach der rechten Beschaffenheit und dem wahren Bedürfniß ersetzen.

Dieser Erdsplitter ist rauh, uneben, zackig, mit Löchern, Rinnen, Rissen und Sprüngen versehen, wie eben der große Felsblock auch. Den kleinen Splitter umgibt Wasser als Erdfeuchtigkeit und eine Luftschichte, in welcher der viel größere Kohlensäuregehalt nicht die geringste Rolle spielt. Er hat seine eigene Anziehungskraft auf Gase und Flüssigkeiten, zunächst deren Bestandtheile und wirkt chemisch und physisch auf sie, er hat seine besondere Cohäsion und Adhäsion, seine besondere Wärmeleitung und Elektricität, kurz er spielt der kleinen Pflanzenzelle gegenüber, die an dem Saugwürzelchen mit ihm in Berührung tritt, die Rolle einer kleinen Welt, wie in der Lehre von der Pflanzenernährung weiter gesagt werden soll. Begreiflich ist alles das wieder verschieden, je nachdem der Splitter feiner oder gröber und noch mehr, je nachdem er ein Thon-, Kiesel- oder Kalksplitter ist, und in der Regel liegen alle drei auf ein und demselben Felde untereinander, jedoch in sehr abweichenden Mengeverhältnissen. Beifolgende Abbildung mag das Verhalten derselben gegen die Erdtheilchen versinnlichen.

Fig. 7.



a langgestreckte Zellen der Fibrille.
b Wurzelhaare.
c Erdsplitter des Bodens.

Je nachdem nun die Mehrzahl dieser Erdtheilchen aus fester Kieselsäure besteht, heißt der Boden ein Kieselboden, der bis zu einer schlammartigen Vertheilung, wenn er aus kleinen Kieselpanzlern entsteht, gehen kann. Bestehen sie der Mehrzahl nach, also über 50 Procent aus einer Verbindung der Kieselsäure mit Thonerde, die man überhaupt Thon nennt, so entsteht Thonboden, der, zumeist schlammartig, als feine Stückchen und nur in der Zeit seiner Entstehung oft noch schieferig oder grusartig vorkommt.

Sind unter den Stückchen der Erdschichte aber mehr als 20 Procent Kalkstückchen, dann nennt man sie schon Kalkboden, es mögen dann noch so viele Kiesel- oder Thonstückchen noch beigemengt seyn. Sind letztere alle schlammartig noch neben dem gleichfalls schlammig oder schieferig beigemengten, jedenfalls aber leicht zerfallenden Kalke vorhanden, so nennt man es Mergel.

Wir haben diese Vertheilung der Erdtheilchen zur Bildung der Gattungen deßhalb aufrecht erhalten, weil alle Gesteine während ihrer Verwitterung immer noch solche Theilchen des Ganzen zeigen, obgleich sie bereits sehr in ihrer Umänderung, ja selbst in ihrem Uebergang in neue Bildungen vorgeschritten sind. Es gibt kein Stadium der Bodenverwitterung, in welchem diese ständig geworden wäre, oder ganz aufhörte, obgleich einzelne Bestandtheile der Ackererde wie Quarz oder Glimmersand kaum bemerkbar in der Zersetzung fortschreiten. Deßhalb ist es auch überflüssig von einer besonderen Erdgahre zu sprechen, denn ewig ist der Stoffwechsel im organischen, wie im unorganischen Reich.

Es zerfallen also alle Ackerböden, in denen Mineralbestandtheile vorherrschen, in drei Familien, jede Familie in zwei Ordnungen und jede Ordnung in mehrere Gattungen oder Arten, etwa nach folgendem Schema.

I. Familie. Kieselboden.

Alle halten 50 Procent und darüber Kieselerde, welche nicht mit Thonerde verbunden ist.

A. Ordnung: Kieselschlamm.

1) Letten, a) Liassand, b) Mollassesand, c) Löß;
2) Schlick, a) Diatomeenschlamm;
3) lehmiger Kieselboden (50—70 Procent Sand);

4) lehmhaltiger Kieselboden (70—90 Procent Sand, sandiger Lehmboden);

5) Kieselmergel;

B. Kieselsand:

1) Flugsand, a) Dünensand;

2) Loser Sand, a) humoser Alluvialsand;

3) Kies (Gerölle, Grus);

II. Familie: Thonboden.

Alle enthalten 5 Procent und darüber Thonsilikate (kieselsaure Thonerde);

A. Thonschlamm:

1) Thonboden (70—90 Procent Thon), a) Klay, b) Tegel;

2) Lehm, (50—70 Procent Thon);

3) Thonmergel (wie 1 und 2 nebst 5—20 Procent Kalk).

B. Thonsand.

1) Feldspathsand;

2) Granitgrus;

3) Schieferboden;

4) Glimmersand;

Keupersand?

III. Familie: Kalkboden.

Alle enthalten 20 Procent und darüber kohlensauren Kalk.

A. Kalkschlamm.

1) Kalkmergel, a) Kalkletten (Bachletten), b) bituminöser Mergel;

2) Dolomitboden;

3) Keuper, a) Kalkkeuper, b) Keupermergel;

B. Kalksand.

1) Kalksandboden;

2) Kalkgerölle, a) Dolomitsand.

§. 5.

Eigenschaften.

Die Eigenschaften, wesentliche oder zufällige, welche diese Familien und Arten besitzen, sind für die praktische Landwirthschaft von

größter Wichtigkeit und wir schicken daher, ehe wir an die besondere Beschreibung derselben gehen, eine Betrachtung der wesentlichen Eigenschaften des Bodens voraus.

Der Boden als ein entweder schon in Erde umgewandeltes, oder auf dem Wege der Umwandlung begriffenes Gestein, hat begreiflich auch die wesentlichen Eigenschaften eines solchen. Diese sind vor allem Farbe, Gefüge und Schwere, zu welchen Bündigkeit, Löslichkeit und Durchlässigkeit treten.

Die Farbe ist für die Ackererden vorherrschend grau, gelb, braun, röthlich ꝛc. Sie rührt vorzüglich von den metallischen Bestandtheilen, Eisen und Mangan und von den organischen Resten, Pflanzentheilen und Dünger, die im Boden in Humus verwandelt werden, das heißt verkohlen, her.

Je dunkler die Farbe des Bodens ist, um so leichter erwärmt sich derselbe und was dieses für den Pflanzenbau bedeutet, weiß man am besten in kaltgründigen Böden, in Gebirgslagen und in kalten Ländern überhaupt.

Das Gefüge ist die Art der Vereinigung der zahllosen Mineraltheilchen, welche eben den Boden bilden. Sie sind nun lose, oder geschlossen mit einander verbunden, werden im ersten Fall sandig oder körnig, im letzten Fall staubig und bündig genannt. Die Cohäsion und Adhäsion des Bodens beruhen hierauf und die aus den zersetzten Gesteinen ausgewaschene Thonerde ist vorzüglich das Bindemittel, welches die noch übrigen unzersetzten Gemengtheile verkittet, d. h. bündig macht.

Die Schwere des Bodens, eine Folge der allgemeinen Anziehungskraft der Erde, ist sehr verschieden nach der Größe und Menge der in ihm enthaltenen Mineraltheilchen, nicht minder nach der Art des Muttergesteins selbst, von dem sie herrühren. Das specifische Gewicht des Bodens schwankt zwischen 2 und 3, jenes des Wassers gleich 1 gesetzt. Dichtere Böden wiegen schwerer als lockere.

Es hat für den Landwirth weiter keine Bedeutung, die Härte, den Bruch, den Glanz, die Krystalle und dergl. der Mineralbestandtheile des Bodens zu erfahren, weil sie alle aufgehen in dem allgemeinen Verhalten derselben zum Wasser, das sie überall durchdringt, wenn sie fruchtbar seyn sollen. Nur in diesem Zustand sind sie der Praxis geboten und werden dadurch nicht bloß verschieden schwer und bündig, sondern auch mehr oder weniger löslich, in

dem Sinne genommen, daß wirklich die durch Verwitterung zeitweise frei gewordenen Bestandtheile der Erdsplitter selbst, von den Meteorwassern aufgelöst, die von denselben nicht mehr zurückgehaltenen Stoffe (und diese Splitter haben eine der Kohle ähnliche große Kraft, gewisse Stoffe zurückzuhalten) abgeben werden. Denn wenn dieß nicht der Fall wäre, so würden die Quellen und Untergrundwasser nicht überall dieselben festen Bestandtheile gelöst enthalten, woraus der Boden auch besteht. Sie enthalten dann freilich mehr von jenen Bestandtheilen, welche die Erdsplitter nicht zurückhalten, als von jenen, die sie festhalten, aber sie enthalten diese doch auch, entweder weil neue Meteorwasser immer doch im Verhältniß zu ihrer Masse von ihnen auflösen, oder ihre Absorptionskraft an eine gewisse Grenze gebunden ist, wohl aus beiden Ursachen zugleich.

Betrachtet man die verschiedenen Einflüsse, welche auf den Boden wirken, noch genauer, wie z. B. den Einfluß der Wärme, der Elektricität, der Luft oder ihrer Gase, der in ihm verwesenden organischen Materien (der Pflanzenreste und des Düngers), so erhält man noch mehrere solche Bodeneigenschaften, die der große Schübler seiner Zeit als physische Eigenschaften des Bodens, gegenüber den chemischen erforschte und feststellte, und die man vor allem kennen muß, wenn man die Merkmale der Böden hervorheben will. Sie müssen also der chemischen Betrachtung und der Beschreibung selbst vorausgehen.

§. 6.

Zusammenstellung.

Es ergibt sich bei näherer Untersuchung bald, daß der Boden selbst so sehr verschieden zusammengesetzt ist, daß seine Bestandtheile so sehr nach ihrer Größe und Theilung wechseln, daß das Wasser, die Lage, die Bearbeitung, die Wärmequellen 2c. so verschieden einwirken, daß man wohl von irgend einem gegebenen Boden sein physisches Verhalten ermessen und mittheilen, nicht aber allgemeine Regeln für alle Böden aufstellen kann. Die Verschiedenheit der einzelnen Böden ist aber unbegrenzt! Was indessen von einigen der häufigsten bekannt ist, zeigen folgende Zusammenstellungen Schüblers:

Erdarten.	Specifisches Gewicht. Wasser = 1.	Gewicht eines Liters zusammengedrückter Erde.		Von 100 Th. Erde absorbirtes Wasser.	
		Trocken.	Frucht.	dem Gewicht nach.	dem Volumen nach.
		Kilogr.	Kilogr.	Procent.	Procent.
Quarzsand	2,753	2,044	2,494	25	37,9
Kalksand	2,822	2,085	2,605	29	44,1
Lettenartiger Thon . .	2,701	1,799	2,386	40	51,4
Lehmartiger Thon .	2,652	1,621	2,194	50	57,3
Klayartiger Thon . .	2,603	—	—	61	62,9
Thon	2,591	1,376	2,126	70	66,2
Kalkerde	2,468	1,006	1,728	85	66,1
Humus	1,225	0,632	1,428	190	69,2
Gyps	2,358	1,676	2,350	27	38,2
Gartenerde	2,332	1,499	1,744	96	—
Ackererde von Hofwyl .	2,401	1,537	2,180	52	—
Ackererde vom Jura .	2,526	1,731	2,126	47	—

Erdarten.	Festigkeit und Consistenz des Bodens.				Von 100 Th. Wasser der Erde verdunsteten in 4 St bei 18° 75 C.	Volumenverminderung bei dem Austrocknen von 100 Theilen feuchter Erde bei 18° 75 C.
	Im trockenen Zustande		Im feuchten Zustande Adhäsion an Ackerwerkzeugen für 1 □ Dec. (16 □ Z.)			
	Die des Thons = 100	Nach dem Gewicht.	v. Eisen.	v. Holz.		
	Procent.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Procent.	Procent.
Quarzsand	0,0	0,00	0,17	0,19	88,4	0,0
Kalksand	0,0	0,00	0,19	0,20	75,9	0,0
Lettenartiger Thon . .	57,3	6,37	0,35	0,40	52,0	6,0
Lehmartiger Thon . . .	68,8	7,64	0,48	0,52	45,7	8,9
Klayartiger Thon . . .	83,3	9,25	0,78	0,86	34,9	11,4
Thon	100,0	11,10	1,12	1,32	31,3	18,3
Kalkerde	5,0	0,55	0,65	0,71	28,0	5,0
Humus	8,7	0,97	0,40	0,42	20,5	20,0
Gyps	7,3	0,81	0,49	0,53	71,7	0,0
Gartenerde	7,6	0,84	0,29	0,34	24,5	14,9
Ackererde von Hofwyl . .	33,0	3,66	0,26	0,28	32,0	12,0
Ackererde vom Jura . . .	22,0	2,44	0,24	0,27	40,1	9,5

Erdarten.	5 Gr. der auf einer Oberfläche von 36,000 □ Millimeter ausgebreiteten Erde absorbirten Feuchtigkeit aus der Luft.			Im durchnäßten Zustande absorbirten 5 Gr Erde aus 15 Cubikzoll atmosph. Luft in 30 Tagen Sauerstoffgas.			Wärmehaltende Kraft die des Kalksandes = 100.
	In 12 Stunden.	In 24 Stunden	In 48 Stunden.	Nach Procenten.	Dem Volumen nach.	Dem Gewicht nach.	
	Centigr.	Centigr.	Centigr.	Procent.	Cubikzoll.	Centigr.	Procent.
Quarzsand	0,0	0,0	0,0	1,6	0,24	0,05	95,6
Kalksand	1,0	1,5	1,5	5,6	0,84	0,20	100,0
Lettenartiger Thon .	10,5	13,0	14,0	9,3	1,39	0,30	76,9
Lehmartiger Thon .	12,5	15,0	17,0	11,1	1,65	0,355	71,8
Klayartiger Thon . .	15,0	18,0	20,0	13,6	2,04	0,44	68,4
Thon	18,5	21,0	24,0	15,3	2,29	0,495	66,7
Kalkerde	13,0	15,5	17,5	10,8	1,62	0,35	61,8
Humus	40,0	48,5	55,0	20,3	3,04	0,655	49,0
Gyps	0,5	0,5	0,5	2,7	0,40	0,085	73,8
Gartenerde . . .	17,5	22,5	25,0	18,0	2,60	0,56	64,8
Ackererde von Hofwyl	8,0	11,5	11,5	16,2	2,43	0,525	70,1
Ackererde vom Jura .	7,0	9,4	10,0	15,0	2,25	0,458	74,3

(Nach E. Wolffs Reduction.)

Resultate der Erdtemperatur-Beobachtungen Schüblers (A) und Decandolles (B). (In Tabellenform zusammengestellt.)

	A. Mittlere Temperatur		B. Mittlere Temperatur			
	der Erdoberfläche.	der Luft im Schatten.	der Erdoberfläche.	3 Zoll unter der Oberfläche.	4 Fuß unter der Oberfläche.	der Luft im Schatten.
Januar . . .	+ 9,8	— 3,3	+ 4,89	+ 2,88	+ 3,28	+ 2,73
Februar . .	24,1	+ 4,9	6,10	3,16	2,92	2,17
März . . .	30,0	6,5	9,42	4,97	2,72	2,71
April . . .	39,8	13,2	20,85	12,75	7,25	8,07
Mai . . .	44,1	15,7	21,38	14,40	10,05	10,59
Juni . . .	47,9	19,2	25,48	18,49	13,11	12,85
Juli . . .	50,8	21,9	27,30	18,37	14,59	13,86
August . . .	43,6	16,4	28,44	19,95	15,27	15,01
September . .	39,0	16,0	22,55	16,98	15,16	13,49
Oktober . .	21,7	4,8	12,36	9,93	11,90	8,81
November . .	18,1	3,6	6,79	5,18	7,51	4,23
December . .	21,1	1,6	1,44	0,57	3,09	0,03
Jahresmittel	+ 31,75	+ 10,04	+ 15,58	+ 10,58	+ 9,03	+ 7,87

§. 7.

Erläuterung.

Wir fügen dieser Tabelle, welche als Exemplifikation zur Erforschung physischer Bodeneigenschaften dienen kann, noch folgende Bemerkungen bei und zwar in Bezug auf Wärme.

Der Boden erhält seine Wärme aus den allgemeinen Wärmequellen, nämlich der Sonne, chemischen Processen und der Gährung organischer Substanzen. Die Unterschiede in der Aufnahme und Fortleitung der Wärme, wie sie manche Bodenarten zeigen, rühren zunächst von der Farbe derselben, dem Grade der Verkleinerung, dem Feuchtigkeitszustande, der Lage, dem Gefüge ꝛc. her. Es ist klar, daß ein und derselbe Boden unter so sehr verschiedenen äußeren Einflüssen, eine sehr verschiedene Fähigkeit, Wärme aufzunehmen und fortzuleiten zeigen kann. Was die physikalische Betrachtung der Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche überhaupt lehrt, soll anderwärts gesagt werden.

Als eine bisher viel zu wenig beachtete Wärmequelle des Bodens muß auch das aus den Quellen kommende und den Boden durchziehende, dann das im Boden aufsteigende Untergrundwasser angesehen werden. Wenn eine in größeren Tiefen entstandene Wasseransammlung endlich als Grundwasser weiter zieht, dem Gefälle und den besonderen Untergrundsverhältnissen nach, so wird sie bei einer mittleren Jahreswärme, wie z. B. 7,0° R. im Stande seyn, im Februar oder März die unteren Bodenschichten zu erwärmen. Sie wird sich mit den bis auf 2—4° gefallenen Temperaturen ausgleichen und zwar bis in die Krume, d. h. bis zu den Pflanzenwurzeln. Wir sehen den Erfolg nicht bloß an den Rändern der Quellen und Bäche im Frühlinge durch ihre rascher vorgehende Vegetation, ein Beweis, daß auch die Bodenwärme der Lufttemperatur gegenüber ihren Antheil an der Vegetation behaupten kann, sondern auch bei den Rieselwiesen, die mit Quellwasser oder sogenannten Forellenbächen (alle zwischen 4—8° R. schwankend) bewässert werden, wir sehen es auch da, wo die Quellen in gefaßten Kanälen nicht tief unter der mit Vegetation bedeckten Erde fließen.

Es ließe sich in unterirdischen Röhren mit Quellwasser oder warmer Luft, oder dem warmen Abfallwasser von Fabriken ꝛc. sehr erfolgreich ebenso gut wie durch Drainage eine Verbesserung des

Bodens im Sinne der physikalischen Eigenschaften anbringen. Ihr würde die leichtere Lösung nährender Mineralbestandtheile von selbst folgen.

Die Frage von der Bodenwärme gewinnt indessen erst größere praktische Bedeutung, wenn es sich um die Mittel handelt, welche dem Landwirthe zu Gebote stehen, diese Wärme nach seinem Bedarf zu ändern. Unter den Mitteln hiezu stehen organische, gährungsfähige Substanzen, also die Düngung, die Entwässerung (Drainage), dann die Bearbeitung der Bodenoberfläche in einer gewissen Form (Bifänge) obenan.

Nach eigenen Beobachtungen ergaben sich bei Zumischen frischen Düngers zu verschiedenen Bodenarten folgende Schlüsse.

1) Nur starke Quantitäten frischen Düngers lassen erhebliche Wärmequantitäten dem Boden zufließen.

2) Das Zurückhalten dieser Wärmequantitäten hängt sehr von der Bodenart, insbesondere von dem nassen, feuchten oder trockenen Zustande derselben, von der Frostdecke oder einer Kruste, Lockerheit &c. ab.

Moorerde (Torfmulen) von uns einigemale untersucht, zeigt nach Regen die stärkste Erkältung, wohl durch Verdunstungskälte entstanden.

3) Erst bei 4 Zoll Tiefe können von der Mistwärme herrührende, von der Sonnenwärme weniger getrübte Wärmequantitäten beobachtet werden. Bei 2 Zoll Tiefe erhielten wir Nachmittags völlig unbrauchbare Resultate, zu tiefes Unterbringen des Düngers verhindert Wärmeabgabe an seichtwurzelnde Pflanzen.

4) Naßkalte Herbstwitterung verzögert den Gährungsverlauf, also die Wärmeentwickelung bedeutend. Frühling und Sommer sind offenbar günstigere Zeiten hiefür.

5) Die durch Mist gegebene Wärme hält kaum über drei Monat lang nach. Sie kann bei Roßmist um 2—3° C. jene des ungedüngten Bodens übersteigen.

Anders mag sich die Sache verhalten, wenn diese organischen Dünger dem Boden in größerer Menge zugemischt werden, wie es denn auch thatsächlich in der landwirthschaftlichen Praxis geschieht.

Im Allgemeinen folgt begreiflich die Bodenoberfläche dem Temperaturwechsel der Luft, jedoch nur sehr allmählig und rasch vorübergehende Temperaturextreme wirken in der Regel auf die nur etwas mit Erde bedeckten Wurzeln so viel wie gar nicht ein.

Gedüngter Boden erwärmt sich schneller als ungedüngter, ver-

liert aber auch noch obendrein die Wärme langsamer als dieser. Stark gedüngter Boden zeigt sogar gegen ungedüngten für die Vegetationszeit eine fast ständige Erhöhung der Temperatur um 0,5—0,7° R. gegenüber dem ungedüngten. Dieser Unterschied ist schon allein hinreichend, das frühere oder spätere Reifen von Kulturpflanzen in Folge der Einwirkung des Düngers, oder der Abwesenheit desselben zu erklären. Schübler nimmt an, daß 1° R. Unterschied in der mittleren Jahrestemperatur eine Verzögerung oder Beschleunigung der Pflanzenentwicklung im Mittel um 7—8 Tage mit sich bringe und wir glauben, daß die Bodenwärme einen sogar noch größeren Effekt hervorzubringen im Stande sey.

Das Wasser ist einer derjenigen Körper, welche die Wärme nur sehr schlecht fortleiten. Im Boden vertheilt, hindert es die Erwärmung desselben. Die Erdsplitter, Quarz, Glimmer, Kalk- und Thontheilchen nehmen Wärme verschieden schnell auf und theilen sie mit, wenn aber zwischen denselben Wasser sich befindet, so wird diese Mittheilung um so mehr verhindert werden, je mehr dieß Wasser beträgt und je kälter es schon von Anfang an ist. Letzteres kann durch Untergrundwasser eben so gut, wie durch kalte Regen hervorgerufen werden, wie eben das Gegentheil auch.

Die Entfernung von solchem Wasser nun und insbesondere von überschüssigem Wasser überhaupt, wie es mittelst der Dolenentwässerung oder Drainage am besten geschieht, bewirkt eine bedeutende Verbesserung des Bodens schon allein dadurch, daß sich von nun an der Boden viel leichter erwärmt. Man nimmt in England eine Erhöhung der Bodentemperatur in drainirten Aeckern gegen undrainirte um 2,2° R. an.

Wenn die Wurzelenden, wie nicht zu bezweifeln ist, zwischen den Erdsplittern das Wechselspiel der Exosmose und Endosmose vollziehen, so muß eine Erhöhung der Temperatur um einige Grade die Kraft, mit welcher es geschieht, schon sehr zu vermehren im Stande seyn. Nicht minder wird sich der Zersetzungsproceß düngender Stoffe und die Verwitterung selbst steigern.

§. 8.

Wasser.

Der Boden nimmt Wasser auf, heißt, er läßt es durchgehen. Er nimmt es auf, indem dasselbe sich zwischen seine Bestandtheile

lagert. Je feiner diese Bestandtheile sind, um so mehr Räume findet das Wasser, sich zu vertheilen, aber auch um so schwieriger verläßt es dieselben auch wieder.

Der feinvertheilte Thon oder Kalk halten das Wasser stark zurück, noch mehr, wenn sich durch Kneten oder Pressen noch engere Räume zwischen ihren Bestandtheilen bilden. Aber völlig undurchlassend sind sie nicht.

Dennoch haben gleich fein vertheilte Erdsplitter oder aus Lösungen niedergefallene, gestaltlose (amorphe), pulverige Massen eine verschiedene Anziehungskraft für Wasser, Gase und feste Substanzen, eine Art Capillaraffinität, die eine der wichtigsten und von der Vertheilung allein unabhängige Erscheinung ist.

Mit der Aufnahme des Wassers in den Zwischenräumen des Bodens hängt nicht bloß das Durchlassen desselben (wasserhaltende und Wasser nicht durchlassende Kraft) nach unten, sondern auch nach oben in die Luft, d. h. die Verdunstungsfähigkeit zusammen. Je feiner vertheilt die Erdtheilchen sind, um so schwerer lassen sie auch das Wasser verdunsten. Quarzstücke, faustgroß, lassen das Wasser überall hin leicht entweichen; Quarzsand schon langsamer und fein vertheilt, wie im Letten, schon schwer.

Nicht minder hängt selbst die Anziehungskraft des Bodens für Wasserdunst der Luft damit zusammen, denn wieder ziehen die feinst vertheilten Erden, wie Thon, Kalkschlamm oder Mergel am meisten Feuchtigkeit aus der Luft an.

Nur Ein Stoff, die verweste organische Substanz oder der Humus, übertrifft sie alle in der Fähigkeit, Wasser auch aus der Luft aufzunehmen. Da nun aber den artbaren Kulturböden in der Regel bei uns, d. h. in der gemäßigten und kalten Zone, humöse Substanzen von Natur oder mittelst Düngung beträchtlich beigemischt sind, so ist klar, daß das ursprüngliche Verhalten der Böden gegen das Wasser dadurch sehr verändert wird. Für grobvertheilte Sandböden wird es durch humöse Substanzen günstig, und für feinvertheilte Schlammböden, wie Thon oder Kalk in vielen Abarten, deßhalb nicht ungünstig gestaltet, weil jene die starke Cohäsion mindern, also locker machen und der Verdunstung des Thones größeren Spielraum verschaffen.

Der Humus ist überhaupt häufig der beste Ausgleicher der störenden physischen Eigenschaften des Bodens, macht den Sand

feuchter, den Thon lockerer und trockener, auch wärmer. Bevor noch der Mist zum Humus wird, hält er die Feuchtigkeit noch besser, und nach eigenen Beobachtungen wird ein mit frischen Kuhexcrementen vermengter Quarzsand in seinem physischen Verhalten dem Thon gleich.

Das Verhalten der Böden zum Wasser genau in Zahlen zu geben, ist sehr schwer, weil sowohl der Untergrund, wie die Luft und deren Wärme- und Feuchtigkeitszustand, wie Bewegung, dann die Lage, die Bündigkeit, die Zumischung organischer und humoser Substanzen, Art der Kultur und der vorhandenen Vegetation zu sehr den Effekt beherrschen und kaum genau in Rechnung zu bringen sind.

Es ist indessen klar, daß die meisten der sogenannten physikalischen Eigenschaften des Bodens, wie sie Schübler zuerst erforschte, sich auf dieses Verhalten des Bodens zum Wasser zurückführen lassen. Auch Adhäsion und Cohäsion gehören begreiflich hieher, weil dieselben nur im feuchten Zustand sich zeigen und absolut trockenes Thon-, Kalk- oder Kieselpulver sie nicht haben. Kommt Wasser hinzu, dann wird Cohäsion wie Adhäsion bei jenen Böden am stärksten, deren Erdtheilchen die größte Vertheilung haben, deren Schwere wenig Widerstand leistet. Nur der Humus und die organische Substanz ändern dieß wieder, aber eben, weil sie kein Boden im wahren Wortsinne sind.

Der Boden hat zwei Quellen zum Bezug seines Wassers, nämlich das aus der Luft ihm als Thau, Regen und Schnee zukommende Meteorwasser und das durch Capillarität aufsteigende Untergrundwasser. In der Lehre vom Wasser überhaupt wird genauer von den Mengen die Rede seyn, welche auf ersterem Wege dem Boden zufließen, hier sey nur noch von der Bedeutung des Grundwassers näher die Rede, um so mehr, als in manchen Fällen die Menge von Meteorwasser, welche in der Zeit des Pflanzenwachsthums auf eine gewisse Fläche fällt, nicht hinreicht, um den Verbrauch der Pflanzen zu decken, und diese es von anderwärts her zu thun im Stande sind.

§. 9.

Wasserdunst aus dem Boden.

Für den Landwirth ist die Verdampfung des Wassers aus dem Boden von Wichtigkeit und aus dem Verhalten desselben im

Vergleich mit Wasserflächen ist Manches für den Bedarf der Pflanzen an Wasser zur Einleitung der Diffusion der Pflanzennahrung abzuleiten. Ich habe selbst viele Versuche angestellt und gefunden, daß im Allgemeinen sehr feuchte Erde bei gleicher Fläche mehr Wasser an die Luft abgibt, als reines Wasser. Die einzelnen Bodenschichten erwärmen sich rascher und tiefer als (unbewegliche) Wasserschichten. Sie verhalten sich dabei wieder anders, je nachdem sie aus Sand- oder pulverförmigen Mineralstückchen, dann aus Quarz, Glimmer, Kalk oder Thon und Humustheilchen bestehen. Insbesondere ändert auch der Zusatz von Stallmist dieses Verhalten sehr ab und ich erfuhr, wie schon gesagt, daß Quarzsand durch Mischung mit Kuhexcrementen in dieser Beziehung dem Thon sich ähnlich verhaltend gemacht werden konnte.

Aus Kalkboden verdunstet bei gleicher Zeit und sonst gleichen äußeren Verhältnissen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ mal Wasser, als aus reiner gleichgroßer Wasserfläche.

Von sämmtlichen Meteorwassern, welche in Jahresfrist auf lehmigem Boden in Mitteldeutschland bei 28,48 Zoll Regenhöhe fielen, gingen 41,64 Procent durch Verdunstung verloren (v. Möllendorf), w e n n k e i n a n d e r e r Z u f l u ß z u m D r a i n w a s s e r, d u r c h d e s s e n M e s s u n g dieses Resultat gefunden wurde, s t a t t f a n d.

Man hat sehr oft auf die Wasser anziehende Kraft des Bodens sich berufen, um gewisse Erscheinungen, wie namentlich jene der Existenz der Pflanzen bei lange mangelndem Regen, jene ihrer großen Wasserausdünstung, die oft das Quantum Meteorwasser, das ihnen in derselben Zeit zukommt, weit übertrifft, zu erklären.

Nach Meister fallen auf die vier Vegetationsmonate:

Mai	17,294	bayr. Cub.-Fuß Regen auf ein bayrisches Tagwerk (40,000 Quadr.-Fuß)
Juni	12,366	„ „
Juli	13,294	„ „
August	13,294	„ „
	48,228 Cub.-Fuß.	

An Thau sind noch 2,400, an Nebel 0,580 Cub.-Fuß für die Vegetationszeit zu rechnen.

Da nun nach S c h ü b l e r ein bayrischer Morgen in 120 Tagen der Vegetationszeit im b e s t e n Falle (bei reinem Humusboden) nur 4,423 Cub.-Fuß aus der Luft Feuchtigkeit absorbirt, so macht dieß

55,631 bayrische Cub.-Fuß Wasser zusammen, oder 2,447,764 Pfund, während Sonnenblumen (nach Hales) auf ein bayrisches Tagwerk in der Vegetationszeit 2,499,120 Pfund, Haber und Klee (nach Schleiden) 2,190,224 Pfund, Rasen selbst über (nach Schübler) 6,000,000 Pfund, verdunstet.

Ungers Berechnungen lassen freilich ein anderes Resultat zum Vorschein kommen, aber da die Methode der Beobachtung nicht genau mitgetheilt ist, fehlt auch die Möglichkeit kritischer Beurtheilung (Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855 S. 335).

Nach unsern eigenen Versuchen (siehe Natur der Landwirthschaft S. 95 ff.) ist allerdings die Verdunstung von Wasser durch die Blätter und grünen Pflanzentheile überhaupt sehr groß, aber ich habe zugleich nachgewiesen, daß im Grundwasser jeder Boden eine schwer versiegende Quelle von Capillarwasser hat, wodurch immer neuer Zufluß zu den Wurzeln gelangt, welcher die vom Boden zurückgehaltenen Nährstoffe der Pflanzen unter besonderer Einwirkung der Wurzeln selbst zum Eindringen durch die Zellwände befähigt. Die Grundwasser stehen aber unter sich so in Verbindung, daß sie aus Gegenden ohne Vegetation oder mit Ueberschuß an Wasser oder aus dem Winter ihr Deficit decken.

Die Verdunstung von Wasser aus einem Kalkboden verhielt sich zu jener aus reinem Wasser bei ganz gleichen Verhältnissen, unter welchen der Versuch angestellt wurde, wie 9 : 6 (oder $\frac{1}{3}$ mehr als pures Wasser).

Aus einem 3 Quadr.-Fuß Fläche haltenden Fluidum von Jauche, die mit Schwefelsäure angesäuert war, verdunsteten in drei Tagen bei sehr warmem Wetter (höchster Thermometerstand 25° R.), die Nacht dazu genommen, eine Höhe von 4 Millimeter. Nach drei Tagen betrug der Verlust (am 28. und 29. Juni 1857) 9 Millimeter und in der Nacht vom 28. bis 29. sogar 1 Centimeter, jedoch bei Wind, welcher eine viel größere Verdunstung einer Wasserfläche verursacht, als Hitze allein.

§. 10.

Anziehungskraft des Bodens.

Die Ackerkrume besitzt das Vermögen, die löslichen unorganischen[1] Nahrungsmittel, welche sich im Dünger, sowie die,

[1] Das Ammoniak — ein unorganischer Stoff.

welche sich im Boden selbst befinden, in welcher Form und Verdünnung sie ihm auch zugeführt werden mögen, für das Bedürfniß der Kulturpflanzen zurückzuhalten.

Ohne diese wichtige Eigenschaft der Ackerkrume würden die Hauptnahrungsstoffe unserer Kulturgewächse, bei ihrer großen Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser, gar nicht im Boden zu erhalten seyn. In der Umgebung von München z. B. haben Tausende von Tagwerken Ackerland eine nur 6 Zoll hohe Ackerkrume auf einem Untergrund von Rollsteinen, der das Wasser gleich einem Siebe durchläßt. Wären die Bestandtheile dieses Landes oder die des Düngers, die ihm gegeben worden, völlig löslich in Regenwasser, so würde längst keine Spur mehr darin zu finden seyn; der auflösenden Kraft der Atmosphäre und des Regens zu widerstehen, wäre unmöglich.

Die Absorptionsfähigkeit oder Anziehungskraft der kleinsten Theile der Ackerkrume ist eine Polizei, welche die Pflanzen vor der Aufnahme der ihrer Entwicklung schädlichen Stoffe schützt. Nur die für den Pflanzenwachsthum unentbehrlichsten Stoffe werden aus ihrer Lösung von der Ackerkrume zurückgehalten und auch die Form, in welcher die Ackerkrume die Nahrungsstoffe absorbirt enthält, scheint dem Pflanzenwachsthum besonders zuträglich.

Die Anwendung der Ackererde, des Mergels zur Kompostbereitung, hat durch die Erkennung dieser Eigenschaft eine wesentliche Grundlage erhalten.

Es ist klar, daß wenn Excremente und Erde in dem richtigen Verhältnisse, dem Absorptionsvermögen der Erde entsprechend geschichtet werden, dann nichts von den wichtigsten pflanzlichen Nährstoffen verloren gehen kann.

Jedes kleinste Erdtheilchen sättigt sich dann mit der „Form“ der Nahrungsstoffe, wie sie die Kulturpflanze verlangt und in welcher sie dieselbe aufnimmt. Die Erdeinstreu gewinnt hiedurch besonders an Bedeutung.

Die Anwendung des „Schlammes“ aus Sümpfen, Weihern, Teichen 2c., als treffliches Düngungsmaterial ist selbstverständlich geworden. Der Schlamm ist ein natürlicher Kompost.

Die Pflanzen empfangen ihre mineralische Nahrung nicht immer direkt aus einer Lösung. „Die Quantität der aufgenommenen Stoffe in einer gegebenen Zeit und unter sonst gleichen Verhältnissen steht

in einem geraden Verhältnisse zu der auffaugenden Wurzeloberfläche der Pflanze; wie diese zunimmt, vermehrt sich auch die Aufnahme der Nahrungsstoffe; die Fruchtbarkeit oder die Ernährungsfähigkeit des Bodens wird durch den Gehalt desselben an Nahrungsstoffen in jedem Theil des Querschnittes des Bodens abwärts, so weit die Wurzel reicht, bestimmt."

Die Wichtigkeit der mechanischen Bearbeitung des Bodens und die Düngung mit flüssigem Dünger (in gehöriger Weise), wie sie in England, Flandern und der Schweiz stattfindet, ist selbstverständlich.

Sie ist gleichbedeutend mit mechanischer Bearbeitung des Bodens. Alle Nahrungsstoffe des flüssigen Düngers bleiben an der Oberfläche, die Wurzelbildung nimmt so zu, daß sie wie ein Filz jedes Erdtheilchen umgibt.

Durch die „mechanische" Bearbeitung des Bodens kommt die Wurzel immer aufs Neue mit frischen Schichten Ackerkrume, welche mit Nährstoffen gesättigt sind, in Berührung und die Nahrungsaufnahme wird in dem Maße gesteigert.

Die mechanischen Arbeiten des Gärtners, das sogenannte Häufeln der Kartoffeln, das Behäckeln der Weizenpflanzen, der Weedonismus und Tullismus, gehören hierher.

§. 11.

Die Lösung.

Den Methoden, welche zu diesen Ergebnissen führten, klebt indessen noch mancher Fehler an. So ist vor Allem das Drainwasser oder gar Quellwasser nicht geeignet, um mit dem Wasser, welches sich in den oberen 5—6 Zollen der gedüngten und bearbeiteten Ackerkrume befindet, verglichen zu werden. Jedermann denkt gleich, daß das Regenwasser, welches auf ein Ackerland fällt, so lange es in den obersten Bodenschichten noch weilt, einen andern Concentrationsgrad haben wird, als in einer Tiefe von vier und und mehr Fußen. Es wird begreiflich schon nach den ältesten Erfahrungen und noch mehr nach den eben mitgetheilten Beobachtungen über die Auffaugungsfähigkeit des Bodens, um so klarer, heller, dünner und ärmer an gelösten Stoffen werden, je tiefere Schichten krumlichen Bodens es durchwandert, nur allein besondere Fälle ausgenommen, wo lösliche Stoffe in solcher Menge vorhanden sind,

dann aber in größerer Tiefe, daß sie die Quellen zu Mineralwassern stempeln.

Um zu erfahren, was wirklich durch die Meteorwasser in der Ackerkrume, also in der den Kulturpflanzen gebotenen Ackerschichte, in der Vegetationszeit löslich wird, muß man Lösungsmesser, wie wir sie zuerst anwandten, für verschiedene Bodenarten und mit verschiedenen Düngern versetzt, im Freien aufstellen und das wie in Regenmessern gesammelte Wasser untersuchen.

Nach einem wiederholt von mir im Sommer 1857 vom 7. April bis 7. Oktober angestellten Versuch drangen von auf 1 Quadr.-Fuß Fläche gefallenem Meteorwasser durch 1 Fuß tief (Cub.-Fuß):

	Cub.-Cent. Wasser.
1) auf mit Stallmist gedüngtem Kalkboden mit Gerste bewachsen	9,845
2) rohem Thonboden ohne Vegetation	18,575
3) rohem Thonboden mit Gerste	18,148
4) gedüngtem Thonboden ohne Vegetation . .	19,790
5) gedüngtem Thonboden mit Gerste	12,302

Das Wasser von Nr.	1	gab	4,185	Grm.	festen Rückstand.
	2	„	4,574	„	„ „
	3	„	5,291	„	„ „
	4	„	6,040	„	„ „
	5	„	3,686	„	„ „

Da wo Gerste noch dazu auf den Quadratfuß wuchs, ergaben von Körner und Stroh die Asche und der feste Rückstand zusammen auf ein bayrisches Tagwerk:

bei 1,	633	Pfund Aschenbestandtheile.
„ 3,	570	„ „
„ 5,	412	„ „

Wenn, wie wir in einem früheren Versuch fanden, in der Vegetationszeit von 1 Quadratfuß mit Stallmist stark gedüngter Oberfläche 16,606 Gramm Wasser in den Untergrund sanken und diese, wie die Untersuchung zeigte, $1/_5$ Gramm Kali enthielten, so konnten in den 821 Millionen Gramm Wasser, welches Haber und Klee (nach Schleiden) in dieser Zeit verdunsteten, also jedenfalls aufgenommen hatten, 19,8 oder rund 20 Pfund Kali in die genannten Pflanzen auf einem Magdeburger Morgen durch Lösung gekommen seyn, abgesehen von dem Wasser, das die Pflanzen noch

selbst enthielten. Es entzieht aber eine gute Weizenernte einem Morgen nach Fresenius etwa 10 Kilogramm oder 20 Pfund Kali, der Haber nur c. 14 Pfund, der Klee jedoch 96 Pfund.

Es ist klar, daß sich auf diese Weise nur knapp oder gar nicht der volle Bezug einzelner Aschenbestandtheile aus dem Boden nachweisen läßt, obgleich in diesem Wasser der obersten Schichten auf unsere Art gesammelt, viel mehr gefunden wird, als wenn man 4 Fuß tief durchfiltrirtes Drainwasser oder gar Quellwasser als Ausgangspunkt zu den Berechnungen wählt.

Die Fähigkeit des Bodens, gewisse Nährstoffe der Pflanzen (Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure und Ammoniak) ziemlich fest zurückzuhalten, erklärt also den Bezug des Ueberschusses, die Thätigkeit der Wurzeln der Pflanzen zur Befreiung derselben wird dabei vorausgesetzt. Einmal frei gehen sie gasförmig oder flüssig, oder in Lösung, in die Wurzeln zur Ernährung ein.

§. 12.

Die Elektricität.

Es ist ein vordem bei den Gelehrten, jetzt aber mehr bei den Ungelehrten sehr üblicher Brauch, Naturerscheinungen, die man nicht erklären kann, als mit den Erscheinungen der Elektricität zusammenhängend zu erklären, einfach wohl deßhalb, weil an diesen selbst noch sehr viel nicht erklärt ist.

Von dem elektrischen Verhalten der verschiedenen Bodenarten ist uns noch so viel wie nichts bekannt.

§. 13.

Verhalten zu den organischen Stoffen.

Es leuchtet Jedermann ein, daß Sandkörnchen oder Thon- oder Glimmersplitter neben einem verwesenden Stückchen Stroh unendlich lange Zeit liegen können, ohne einen Einfluß auf einander zu üben. Das Stückchen Stroh oder Mist fährt fort zu verwesen, der Bodensplitter zu verwittern, aber beide gehorchen dabei denselben Einflüssen, der Luft, der Wärme, der Feuchtigkeit. Fehlen diese drei, so werden sich beide gegeneinander und an sich nicht verändern.

Ob der Boden also eine Einwirkung auf die ihm gegebenen organischen Reste, auf Pflanzen- und Thierabfälle, Mist und

Humus, äußere, das hängt von der ihm zukommenden Luft, Wärme und Feuchtigkeit ab, und da er sich je nach der Art verschieden gegen diese drei verhält, wie eben gezeigt worden ist, so wird auch in diesem oder jenem Boden die Fäulniß, Moderung, Verwesung und Zersetzung dieser Stoffe rascher oder langsamer vor sich gehen und überdieß wird er je nach seiner Absorptionsfähigkeit mehr oder weniger davon zurückhalten und für die Pflanzenwurzeln aufbewahren.

Ein lockerer, grobkörniger, sandiger Boden, der überall Luft zutreten läßt und sich leicht erwärmt, läßt auch die organischen Stoffe rascher verwesen, er ist leichter, weil früher daran erschöpft, er ist ein düngerverzehrender, hitziger Boden.

Alle Sand- und Kiesböden, alle steinreichen Böden gehören hieher, vorab der Kalksand.

Bündige, aus feinvertheilten Stückchen bestehende, sogenannte Schlammböden, wehren der Luft den Zutritt, halten viel Wasser und erschweren damit die Erwärmung, verlangsamen daher die Verwesung, bleiben länger in Kraft, sind kräftige, aber oft kalte Böden. Dahin gehören die Thonböden vor Allem.

§. 14.

Beschreibung der Hauptbodenarten und ihre Eintheilung.

1) Der Kieselboden.

Dieser Boden wird in den landwirthschaftlichen Schriften gewöhnlich als Sandboden aufgeführt, weil er in der Regel nur in mehr oder weniger grobe Körner vertheilt vorkommt. Aber der Kalk, der Glimmer, der Granit ꝛc. können auch als Sand vorkommen.

Kieselboden ist derjenige, der mindestens 50 Gewichtstheile Kieselerde unverbunden in 100 Gewichtstheilen enthält. Diese Kieselerde ist eigentlich eine Säure, weil sie sich mit Basen zu Salzen verbindet, wie z. B. mit Kali und Natron, auch Kalk zu festem Glas und zu Wasserglas, mit Thonerde zu Thon. Aber sie ist für sich allein unlöslich in Wasser und in allen Säuren, mit Ausnahme der Flußspathsäure. Der weiße Quarzsand unserer Felder, der Feuerstein, der Bergkrystall ꝛc. sind solche Kieselsäure, die freilich

nicht sauer schmeckt, weil sie als unlöslich im Speichel des Mundes überhaupt gar nicht schmeckt.

Der Kieselboden als Sandboden ist meistens durch Zerfallen der großen Sandsteine, des Quadersandsteines, des Keuper- und Liassandsteines u. s. w. entstanden. Dabei ist das die Körnchen in Stein verkittende Bindemittel, meist Mergel oder Thon und oft viel Eisenoxyd, begreiflich zuerst verwittert und theilweise gelöst worden und findet sich nun zwischen den losen Körnern, wodurch der Sandboden mehr oder weniger unrein wird. Anschwemmung fremder Bodenbestandtheile, wie Thon oder Kalk, und Mengungen aller vollenden das Uebrige, so daß es begreiflich eine große Zahl von Abstufungen des Kieselbodens, übergehend zu den Thon- und Kalkböden, gibt.

Fällt Kieselerde, die mit Alkalien verbunden löslich wird, wieder aus den Lösungen nieder, so bilden sich selbst Kieselschlammböden. Wenn in bestimmten Lagerungen kieselschalige Thierchen, welche nur das Mikroskop erkennen läßt und von deren Aussehen die Abbildung S. 4 stark vergrößert ein Beispiel gibt, sich sehr anhäufen, so entsteht wieder ein an feiner Vertheilung den Thonböden kaum nachstehender Schlammboden. Aber diese Arten beschäftigen wohl jetzt die Wasserglasfabriken, doch nicht den Pflug. Ein Kieselboden mit feinster Vertheilung der Stückchen, häufig jedoch mit viel Glimmer vermischt und dem Pfluge oft unterthan, ist der Letten, der sich seinem physischen Verhalten nach dem Lehm und Thon sehr nähert, obgleich die meiste Kieselsäure in ihm noch unverbunden und frei ist. Auch der Lehm, der sandige Lehm und lehmige Sand der alten Schule gehört noch hieher, weil er 50 und mehr Gewichtstheile Kieselsäure im unverbundenen Zustande, d. h. mit Thonerde nicht verbunden, enthält.

Der Ausdruck Lehm bezeichnet eben nichts anderes als einen Thonboden, dem viel Sand zugemischt ist. Der Ordnung halber muß er zu den Kieselböden gezählt werden, so lange er bis zur Hälfte seines Gewichtes feinen Quarzsand enthält und es kann ohne Anstand als Lehm jeder Boden bezeichnet werden, der 30—50 Procent Thontheile, als sandiger Lehm jeder Boden, der 30—10 Procent Thontheile, im Uebrigen aber Kieselsand enthält. Sind andere Sandarten beigemischt, wie z. B. der häufigste Glimmersand, so macht das wohl chemisch großen Unterschied, aber kaum

agronomisch, bezüglich des physischen Verhaltens, und man kann auch hier der gemeinen Bezeichnung Lehm nachgeben.

Wie nun der Kieselboden durch sandigen Lehm und Lehm sich dem Thonboden nähert, so geht er durch den Kieselschlamm nach der Vertheilung zum Dünen- und Flugsand, Flußsand, Kies, Grus, Gerölle über.

Die physischen Eigenschaften desselben sind aus Obigem abzuleiten, wechseln aber nach Gefüge, Vertheilung und Zumischung bedeutend.

Die Kieselsäure oder Kieselerde ist eine Verbindung des Metalles Silicium mit Sauerstoff.

§. 15.

2) Der Thonboden.

Als Thonboden gilt in der Landwirthschaft derjenige Boden, in welchem mehr als 50 Gewichtstheile von 100 Theilen abschlemmbarer feiner, daher leicht schwimmender Thon sind. Der Thon ist aber eine Verbindung der Kieselsäure mit Thonerde. Die Thonerde ist wieder, ähnlich der Kieselerde, eine Verbindung des Metalles Alumium mit Sauerstoff. Dieses leichte, silberglänzende, schmiedbare Metall wird in neuerer Zeit schon häufig dargestellt.

Die reine Thonerde ist selten dem Fabrikbetriebe, nicht aber der Landwirthschaft unterthan. Sie würde auch, wie alle reinen Erden, in der Landwirthschaft als Boden eine sehr unbedeutende Rolle spielen. Was wir als Thonboden sehen, und die Verbindung der Kieselsäure mit Thonerde ist noch häufiger, als die reine Kieselsäure, der Quarzsand, — beide zusammen bilden die größte Masse unserer ganzen Erdoberfläche. Unser Thonboden also ist in der Regel mit viel Sand, Quarz oder Glimmersand gemengt, mit Eisenoxyd gefärbt und hie und da von Stücken seines Muttergesteins durchsetzt. Im kultivirten Zustande ändert auch die Zumischung der organischen Bestandtheile seine meist graue, gelbe oder rothgelbe Farbe in's Schwärzliche ab.

Der Thonboden entsteht zumeist aus der Verwitterung von Feldspath, Glimmer, Thonschiefern u. dergl. Diese Gesteine enthalten Kali, Natron, oft auch Kalk, Magnesia und Mangan, namentlich wechselt der Glimmer darin sehr. Obgleich nun in Zeiträumen unserer Beobachtung der Glimmer kaum bemerkbar

verwittert, so ist das doch in den großen Zeiträumen der Erdbildung geschehen und noch mehr mit den Feldspathen. Daher rührt denn auch der gewöhnliche Reichthum der Thonböden an Alkalien.

Durch Zumischung von Kalk und Magnesia (Bittererde) gehen sie in Mergel- und Kalkböden über.

Die physischen Eigenschaften der Thonböden beruhen zumeist auf dem Gefüge oder der feinen Vertheilung ihrer Theilchen, denn Kalkschlamm und Kieselschlamm (Kalk- und Kieselletten) verhalten sich dem Thone höchst ähnlich. Daher die große Aufnahme und Zurückhaltung von Wasser, die schwierige Erwärmung und längere Dauer, wenn einmal geschehen, die große Cohäsion und Adhäsion, das leichtere Verwittern. Dennoch bleibt dem Thone noch vieles Eigenthümliche, was der Thonerde und der kieselsauren Verbindung derselben wesentlich ist.

Am Thonboden kann man recht deutlich sehen, wie der Boden vorzugsweise als Vermittler der Bedingungen des Pflanzenlebens in Luft, Wärme und Feuchtigkeit nützt, denn die Thonerde ist fast für gar keine Kulturpflanze ein Nahrungsmittel und wird nicht in ihnen gefunden und dennoch sind die Thonböden für die Kultur die besten, wenn sie nur kein außerordentliches und dann schädliches physisches Verhalten, zunächst zu Wasser, haben.

§. 16.

3) Der Kalkboden.

Wenn ein Boden in 100 Gewichttheilen 20 Theile kohlensauren Kalk und zwar in krümlicher Form enthält, so heißt er bei den Landwirthen Kalkboden, es mögen die übrigen 80 Theile nun aus Kieselsand oder Glimmersand, aus Geröllen oder kieselsaurer Verbindung bestehen, wenn auch in einem solchen Verhältniß, daß sie zu den zwei ersten Klassen von Böden gerechnet werden müßten, wenn sie eben den Kalk nicht hätten.

Enthalten die Böden weniger Kalk als 20 Procent, so heißen sie wohl kalkig oder kalkhaltend, aber sie folgen der sonstigen Eintheilung.

Der kohlensaure Kalk besteht aus Kohlensäure und Kalkerde. Die Kalkerde aus dem Leichtmetall Calcium und Sauerstoff. Durch Verwitterung und Lösung kommt der Kalk in Steinen bis zur feinsten Vertheilung als Schlamm in die Ackerkrume.

Die ächten Kalkböden sind selten, weil man sie gleich Mergelböden nennt, wenn dem Kalke Thon so innig zugemischt ist, daß man sie mechanisch nicht mehr von einander trennen kann. Es ist nun in den meisten Fällen so, daß neben dem Kalk etwas Thon auftritt und überdieß Steine und Kieselsand beigemengt sind. Letzterer ist oft so häufig, daß man von einem Sandmergel, wie man bei vorhandenem vielem Thon von Thonmergel, ja bei starkem Kalkgehalt von Kalkmergel spricht. Die Mineralogen selbst halten hier keine rechte Ordnung ein und bezeichnen alles als Mergel, was Kalk und Thon zusammen enthält, dabei krümlich, wohl auch schieferig ist oder an der Luft leicht zerfällt.

Da viele Kalkgesteine auch Thonerde in verschiedenen Verbindungen enthalten, beim Verwittern aber der kohlensaure Kalk durch kohlensaures Wasser (als doppelt kohlensaurer Kalk) gelöst und weggeführt wird, so bleibt mehr unlöslicher Thon zurück, als im Verhältniß zum Kalk ursprünglich im Muttergestein vorhanden war. Es kann also aus Kalkgesteinen mit starkem Kalkgehalte allmählig ein Thonboden, jedenfalls aber vorerst ein Mergelboden entstehen.

Die Eigenschaften des Kalkes hängen gleichfalls von dem Grade seiner Vertheilung im Boden ab. Als Schlamm verhält er sich dem Thon sehr ähnlich, hält noch mehr Wasser, wie dieser, und läßt es eben so schwer wieder fahren, ist zäh, kalt, bündig. Als Sand theilt er die Eigenschaften aller Sande, aber er verwittert leichter, als Kiesel und Glimmer, löst sich vielmehr, wirkt daher auf andere Verbindungen, die mit ihm in Berührung kommen und fördert so Zersetzung unorganischer und organischer Körper. Er erwärmt sich auch leicht und trocknet daher leicht aus. Er ist daher ein hitziger, zehrender Boden.

Der Mergelboden hat im Allgemeinen die für das Wachsthum der Pflanzen besten physischen Eigenschaften, und verbessert daher andere Böden, denen er zugemischt wird. Er macht den Sand bündiger und feuchter, den Thon lockerer und trockener und enthält selbst viele Pflanzennahrung. Er wird daher häufig selbst als Dünger angewandt. Wenn sein Thongehalt 20—30 Procent beträgt, wird er beim Brennen hydraulischer Kalk oder Cement.

Wird der Kalk von viel Bittererde oder Magnesia (Talk) begleitet, wenig begleitet ihn fast immer, so kann auch ein Talkboden vorkommen, wie man ihn in der Nähe der Gebirge

findet, die viel Dolomit enthalten, wie z. B. am Jura und den Voralpenzügen. Die Talkböden verhalten sich den Kalkböden sehr ähnlich und gehören doch eigentlich nur zu diesen.

§. 17.

Humusboden

Man hat in den landwirthschaftlichen Schriften noch einen vierten Hauptboden, nämlich einen Moor-, Torf- und Humusboden aufgeführt, was von ihrem praktischen Standpunkte wohl, nicht aber von dem der Geognosten gerechtfertigt ist. Letztere kennen hier keinen Boden, sondern der Kohle ähnliche organische Bildungen. Wenn solche als Produkt der Verwesung den gewöhnlich ächten Bodenarten in einiger Menge beigemischt sind, so spricht man von einem humushaltigen, humusreichen, humosen Boden, wie dieß unsere Gartenländereien und gutgedüngte Aecker, auch manche durch Alluvion oder noch aus der Diluvialzeit von der Natur reichlich mit organischen Resten versehenen Kulturflächen von selbst sind. Aber diese fallen alle in die Klassifikation der wahren Böden und nur erst, wenn der Humusgehalt die Hälfte der Bodenmasse und darüber beträgt, und dabei freie Humussäure vorwaltet, ist die Benennung Humusboden gerechtfertigt.

Solche Humusböden entstehen durch Entziehung der Bedingungen ihrer Entstehung, zunächst des Wassers. Ihre Grundlage ist Moorboden, der in der Regel auf Torf ruht. Die Entstehung des letzteren wie ersteren ist geknüpft an 1) eine Fülle von Pflanzenstoffen, 2) niedere Temperatur, 3) Wasserfülle, 4) freie Humussäuren mit ihren Verwandten.

Als in den letzten Epochen der Erdbildung plötzlich neue vulkanische Kräfte die alte mit Waldmassen bedeckte Erdoberfläche zerstörten, die gewaltigen Fluthen diese Holzmassen in neugebildete Senkungen und Niederungen gegen das Ende der Eruptionen trieben und hier oft der Abfluß fehlte, so mußten die großen Pflanzenmassen allmählig in Vermoderung übergehen. In Folge des mangelnden Abflusses erhielten sich die beim Moderungsproceß entstehenden, die Verwesung verzögernden Humussäuren (und Quellsäure, Quellsatzsäure ꝛc.).

Das Wasser selbst erhielt oft aus dem Untergrunde der Senkungen oder Kessel kalte Quellen, welche die alte Wasserfläche im

gleichen Zustande und insbesondere in niederer Temperatur und bei Luftabschluß erhielten.

Da trat denn diese eigenthümliche Art der Verwesung oder eigentlich Verkohlung von Pflanzenmasse ein, die wir Moor- und Torfbildung, Humifikation bis zu einem Grade des völligen Stillstandes, nennen. Der mit Wasser bedeckte saure Torf verändert sich in Jahrtausenden eben so wenig, wie die Stein- und Braunkohle im Schacht und an der Luft. Aber dem Luftzutritt nach Entfernung des Wassers und damit den Säuren ausgesetzt, zerfällt er allmählig, indem er vollends verwest. Sein Kohlenstoff wird mit dem Sauerstoff zu Kohlensäure, mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff, sein Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser, diese alle entweichen und nur die Aschenbestandtheile der Pflanzen, aus denen er ursprünglich entstand, bleiben, so weit sie beim Zersetzen das Wasser nicht auflöst und fortnimmt und bei der Vermoderung schon früher, wie z. B. die Alkalien zumeist, mit weggenommen hat.

Sind die Bedingungen gegeben, so wiederholt sich dieser Vermoderungsproceß mit dem Stadium des fast gänzlichen Stillstandes auch jetzt noch, es wächst der Torf, freilich so langsam, daß die Erscheinung sogar bestritten werden kann, geschweige erst, daß man ökonomisch beim Torfbau darauf rechnen könnte.

Die Pflanzen, welche auf einem Moorboden sich finden, sind ihm eigenthümlich und nur soweit das Wasser, welches er überdieß sehr fest hält, wie in der Regel organische Substanzen, die größte Rolle spielt, hat er sie auch mit Sümpfen und Seen oft gemein. In der Hauptsache aber geben Bäume wie Gesträuche, insbesondere strauchartig gewordene Arten gewisser Gattungen, wie Föhren, Birken und Weiden, dann gewisse Ried- und Halbgräser, wie Binsen, Wollgras, dann Rohre und Sumpfmoose den hervorstechenden Ausdruck.

Gewiß ist es weniger die geringe Menge einzelner Salze, wie der phosphorsauren, oder auch der Alkalien, die ja durch Anschwemmen von Erden, durch Wasser, endlich den Narbensturz oder selbst Düngung oft gegeben werden, welche der Moorflora ihren Charakter geben, oder gar die Grundlage der Moore, je nachdem sie Kalk oder Thonschicht 8 — 20 — 50 Fuß unter der Oberfläche haben, sondern das Wasser und die damit verbundene geringe

Erwärmungsfähigkeit, das Verhalten zu Luft, Licht und die Atmosphärilien überhaupt ist es, das vorwaltend der Flora das Gepräge verleiht.

Wenn ein Pflanzentheil verwest, so zerfällt er zuerst in gröbere Stücke, welche sich bräunen. Die Stücke selbst zeigen noch den Zusammenhang der Zellgewebsmassen und werden nur allmählig kleiner. Sie verhalten sich so der Kohle durchaus ähnlich, die ja nur rasch das geworden ist, was sie langsamer werden.

Diese Humuskohlestückchen verhalten sich physisch sehr eigenthümlich und wohl auch chemisch, wie später erörtert werden soll. Sie erwärmen sich sehr schnell, denn schon ihre schwarze Farbe trägt sehr viel dazu bei; nur aber ziehen sie das Wasser sehr stark an und dieses hemmt dann die Erwärmung, wie auch die fortgehende Zersetzung gewaltig. Ihre Wärmeausstrahlung ist sehr groß und die Moore sind wegen ihrer späten Nachtfröste oder Nachfröste berüchtigt. Ihre Schwere, Cohäsion und Adhäsion ist die geringste, ihre Absorptionskraft die größte.

§. 18.

Bedeutung des Bodens und Abhängigkeit der Pflanzen von ihm.

Wie die Wirthschaftslehre vom Boden als Standort spricht und den Baum, auf welchem der indische Schneider seine Werkstätte hat, seinen Grund und Boden nennt, oder das Wasser, worin Jemand fischt oder das eine Maschine treibt, so ungefähr ist dem Landwirthe Boden Alles, was seinen Pflanzen den Standort verleiht, er mag nun Reis im Sumpf bauen oder, wie die Alten, den Lotus im Wasser, oder Buchweizen im Moore oder Vanille auf Bäumen, Lackmusflechten auf Felsen. Weil nun der Boden als Standort die augenscheinlich größte Bedeutung hat, ist man verführt worden, demselben auch für die Ernährung der Pflanzen, die ohne eigene Bewegung fest in ihm haften, den größten Werth zuzuweisen, was nicht ganz richtig ist. Denn allmählig hat man kennen gelernt, daß die Luft, die leicht beweglich und immer das Gleichgewicht ihrer Bestandtheile durch Ausgleichung einhaltend die ganze Pflanzenwelt umfluthet, mehr zur Ernährung der Pflanzen beiträgt, wenn auch der Boden es wieder ist, der diese Luftnahrung größtentheils vermittelt.

Gerade durch die neueste Entdeckung der großen Absorptions-

kraft der Bodentheilchen für gewisse gasförmige und flüssige wie feste pflanzennährende Stoffe ist dieser Dienst, den der Boden leistet, erst recht in's Klare gestellt worden. Der Boden besteht zuletzt aus lauter Stoffen, welche die Pflanzen zu ernähren im Stande sind.

Er besteht z. B. aus Kieselerde und Kalkerde, die sich in den Pflanzen wieder finden, aus Schwefelsäure und Phosphorsäure 2c. Also kann der Boden offenbar selbst Pflanzennahrung seyn. Man nimmt mit einer Ernte Kartoffeln, Kraut und Knollen, über 120 Pfund solcher Bestandtheile des Bodens vom Felde weg und zwar von einem Tagwerke zu 40,000 Quadratfuß oder $^1/_3$ Hektare ungefähr. Wenn das Feld nur aus diesen Bestandtheilen zusammengesetzt ist und 1 Cubikfuß Erde 50 Pfund wiegt, so würden die Kartoffeln in 16,666 Jahren das ganze Tagwerk zu 1 Fuß tief verzehrt haben, wenn man nämlich alle Jahre dieselbe Ernte bekäme und keinerlei Art Dünger zugeführt würde. Die Kartoffeln würden in dieser Zeit 2 Millionen Pfund Erde verspeist haben und diese Erde würde da seyn, wo man die Kartoffeln selbst wieder verspeist hat.

Aber der Boden ist nicht bloß selbst Nahrung, er ist auch der wichtigste Speisemeister der Pflanzen, der ihre Nahrung ihnen immer zur passenden Zeit mittelst der Feuchtigkeit aus Luft und Untergrund, dann der Wärme aus denselben Quellen zutheilt; also die mittelst Düngung zugeführte aufbewahrt, zurückhält und zwar ebenso mit der von der Luft wie der künstlich zugeführten verfährt. Der Boden ist endlich der Vermittler der klimatischen Einflüsse und der Träger der physischen Eigenschaften, der allerwichtigsten Bedingung für den Pflanzenbau.

Gerade wegen dieser letzten Bedeutung wirkt er auf die Vertheilung der wildwachsenden Pflanzen am meisten. Die Vertheilung dieser Pflanzen über die ganze Erde ist bekanntlich an das Klima und alles, was darauf Einfluß hat, gebunden und wie im Großen jenes die Hauptursache der Verschiedenheit der Pflanzenwelt ist, so ist der Boden mit seinen physischen Eigenschaften im Kleinen die Ursache, warum eine Pflanze in diesem feuchten, bündigen, schweren Boden wächst, er mag nun Kiesel-, oder Thon- oder Kalkschlamm, Kiesel- oder Kalkletten seyn, oder in jenem lockeren, trockenen, warmen, sandigen, woraus auch immer die Sandstückchen bestehen mögen. Doch soll damit nicht gesagt seyn, daß gewisse Pflanzen,

wilde wie angebaute, nicht eine besondere Vorliebe für irgend einen Bestandtheil hätten, also die eine für Kieselerde, die andere für Kali oder für Kalk, für Magnesia oder Schwefel.

Untersuchungen lehrten, daß eine kalkliebende Pflanze auf einem an Kalk reichen Boden viel mehr, oft doppelt so viel Kalk in sich aufnimmt, als auf kalkarmem Boden, obgleich sie auf letzterem doch auch gedeiht. Die Pflanze kann sich bis zu einem gewissen Grade selbst ihre Nahrung auswählen und sie thut dieß im natürlichen Vorkommen am leichtesten, weil ungestört durch allerlei Zumischung oder Düngung. Aber sie findet auch fast überall ihren Bedarf in genügender Menge, wenn auch gerade nicht zu der Massenbildung, wie sie der Landwirth will, und endlich kann sie einen Stoff durch einen anderen auch ersetzen.

Darum kommen auch die Pflanzen je nach dem verschiedenen Klima in verschiedenen Ländern auch auf verschiedenem Boden vor und eine Granitpflanze in Schweden wird eine Kalkpflanze in den Alpen, eine Kieselpflanze für den Sommer in Deutschland wird eine Kalkpflanze, die im Winter in Griechenland ihr einjähriges Daseyn bei derselben Feuchtigkeit wie im Sommer Deutschlands rasch vollbringt.

Je rascher der Boden die Bedingungen zum Wachsthum der Pflanzen außer Luft- und Erdnahrung geben kann, je passender er Wärme und Feuchtigkeit der alle sonstige Nahrung besitzenden Pflanze zuströmen läßt, um so günstiger wirkt er auch für den Pflanzenbau und darum ersetzt ein guter Boden in Etwas das Klima und der Dünger verbessert wieder den Boden, d. h. er hilft ihm in seiner Verbesserung des Klima. Darum braucht man in kälteren Ländern mehr Dünger als in wärmeren. Bei schlechtem Wetter wird schlechte Kost viel weniger gut vertragen, als bei gutem und selbst der Mensch gedeiht in wärmeren Ländern bei weniger und schlechterer Nahrung ebensogut, wie in kalten bei guter.

§. 19.

Die Elemente des Bodens.

Der Boden besteht aus feinen oder groben Gesteinstheilchen, die wieder zusammengesetzt sind und zwar in der Art, daß die letzten nicht weiter mehr theilbaren Stoffe, aus welchen sie bestehen, ihre alten Eigenschaften gänzlich verloren und dafür neue

angenommen haben, das heißt chemisch verbunden sind. Eine solche chemische Verbindung beruht auf einer eigenen Kraft, die man chemische Verwandtschaft oder Affinität nennt. Die Bestandtheile einer chemischen Verbindung, welche am Ende vermöge gegenseitiger Durchdringung doch nur als neben einander gelagert betrachtet werden können, stehen immer in sehr bestimmtem Gewichtsverhältniß zu einander. Sehr häufig wird bei der chemischen Verbindung Wärme entwickelt und wieder ist die Stärke, mit welcher die chemische Verwandtschaftskraft wirkt, von der Temperatur abhängig. Noch mehr aber ist diese Stärke von der Verschiedenheit der Stoffe selbst abhängig und man unterscheidet bekanntlich drei Arten von Zersetzungen, die durch chemische Wahlverwandtschaft vor sich gehen, nämlich: die einfache, die doppelte und die prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Die Chemie kennt 62 nicht weiter mehr theilbare Stoffe, welche sie Grundstoffe, oder Elementarstoffe oder auch chemische Elemente nennt. Von diesen finden sich in der Erdoberfläche, soweit solche Ackerboden ist, im Großen etwa nur 14—15. Aus diesen 14—15 hat die Natur alles Organische, Pflanzen und Thiere zusammengesetzt. Insbesondere aber aus den ersten vieren, die man daher auch die organischen Elemente nennt. Sie heißen: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff; Schwefel, Phosphor, Silicium, Chlor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan. Diesen reihen sich als ausnahmsweise wesentlich an: Jod, Fluor und Alumium. Aus diesen allen besteht auch im Großen die uns zugängliche Erdkruste überhaupt.

Man theilt auch alle Stoffe chemisch in anorganische und organische ein; es ist aber schwer dieselben gut auseinander zu halten. Nennt man die Stoffe, welche man nach Lösung der Wahlverwandschaft zuletzt noch findet, radikale, so ergibt sich als Unterschied zwischen anorganischen und organischen Stoffen folgender Satz: die Radikale der anorganischen Stoffe sind die Elemente allein, die Radikale der organischen Stoffe enthalten zwei oder mehrere Elemente vereinigt.

Obgleich die vier organischen Elemente auch im Boden, wie eben gesagt, reichlich vorkommen, so haben sie für den Pflanzenbau doch mehr Bedeutung, wenn als Luftnahrung betrachtet. Wir werden sie daher bei jenem Kapitel abhandeln und hier als

insbesondere dem Boden angehörig nur die zehn anderen näher betrachten.

§. 20.

Der Schwefel.

Der Schwefel kommt in der Natur schon ziemlich rein vor, und zwar in vulkanischen Gegenden, mit nur 5 Procent fremden Bestandtheilen gemengt. Um ihn ganz rein zu erhalten, wird er in eigenen Oefen destillirt, wobei die ersten übergehenden Dämpfe sich an die noch kalten Wände als Schwefelblumen niederschlagen, die späteren aber geschmolzen bleiben und als Stangenschwefel in den Handel kommen.

Auch aus Eisen- und Kupfervitriol, d. h. aus Verbindungen des Schwefels mit Eisen und Kupfer, wird er, jedoch nur selten, gewonnen. Er verbindet sich überhaupt gern mit Metallen. Als Schwefelsäure ist er noch häufiger in Ackerböden und Gewässern, jedoch ist die Schwefelsäure nicht frei, sondern an Basen oder solche Körper gebunden, welche laugenartig schmecken und mit Säuren Salze bilden. Der Schwefel ist also als schwefelsaures Salz im Boden, wie z. B. der Gyps ist.

Wenn ein Boden in 100 Gewichtstheilen um $^1/_{10}$ eines solchen Gewichtstheils (0,100) Schwefelsäure enthält, was oft der Fall ist, so kann er auf 1 Tagwerk zu 40,000 Quadratfuß oder etwa $^1/_3$ Hektar, zu 1 Fuß Tiefe berechnet, den Cubikfuß dann 50 Pfund schwer angenommen, an 2000 Pfund Schwefelsäure enthalten. Darin sind an 800 Pfund Schwefel.

Auch die bedeutendsten Ernten entziehen dem Boden nicht über 10—30 Pfund Schwefelsäure per Tagwerk und es gibt viele sehr fruchtbare Böden, die mehr als achtmal so viel Schwefelsäure in Verbinduugen enthalten, als unser Beispiel angibt.

Der Schwefel ist von gelber Farbe, fest, spröde, geruchlos und hat ein specifisches Gewicht von = 2,0454. Derselbe entwickelt beim Reiben einen kaum merklichen Geruch. Er ist entzündbar und brennt mit blauer Farbe unter Verbreitung eines das Athmen erschwerenden Gases, welches unter dem Namen schwefliger Säure bekannt ist. Wird der Schwefel erhitzt, so wird er dunkelgelb gefärbt und schmilzt bei einer Wärme von 112° C. zu einer dünnen, durchsichtigen, bräunlichgelben Flüssigkeit, die bei größerer

Hitze rothbraun, zähflüssig und dann bei stärkerer wieder dünnflüssig wird. Bei 420° C. fängt er an zu kochen und verwandelt sich in ein Gas, das bei einiger Abkühlung als Pulver niederfällt. Wird der geschmolzene Schwefel so lange stehen gelassen, bis er anfängt zu erstarren, und gießt man dann die noch flüssige Masse aus, so findet man an den Wandungen des Gefäßes spitze, durchscheinende Krystalle (schiefe rhombische Säulen) von bräunlicher Farbe, welche krystallisirter Schwefel sind.

Der Schwefel geht fast mit allen anderen Elementen Verbindungen, namentlich mit Metallen zu Schwefelmetallen ein.

Mit Sauerstoff verbindet sich der Schwefel zu schwefliger Säure und Schwefelsäure. Die schweflige Säure, eine niedrigere Verbindung oder Oxydation des Schwefels mit Sauerstoff, als die Schwefelsäure, ist bei gewöhnlichem Luftdrucke ein farbloses, stechendes und erstickendes Gas, beengt das Athmen sehr und entsteht schon beim Verbrennen des Schwefels an der Luft, und Jeder, der ein Zündhölzchen jemals verbrannte, kennt sie. Die Schwefelsäure, eine viel wichtigere Verbindung für uns, wird dargestellt, indem man Schwefeleisen an der Luft röstet, wodurch schwefelsaures Eisenoxydul gebildet wird. Dieses mit Wasser ausgezogen und krystallisirt, erhält man Eisenvitriol. Dieses Salz wird in Retorten der Destillation unterworfen, wobei die eine Hälfte als Schwefelsäure übergeht und der andere Theil als schweflige Säure entweicht. Sie wird noch häufiger durch Verbrennen des Schwefels in eigenen Kammern erzeugt. Sie zerstört organische Substanzen unter Zurücklassen von einem schwärzlichen Produkte. Wir unterscheiden je nach der Darstellungsart die rauchende (Nordhäuser Vitriolöl) und die wasserhaltige Schwefelsäure (englische Schwefelsäure). Der Schwefel bildet mit Wasserstoff zwei Verbindungen, von denen die eine für uns ohne Interesse ist, die andere unter dem Namen Schwefelwasserstoff findet sich weit verbreitet in der Natur, aber selten in großer Menge auf einmal, z. B. in faulen Eiern, Kloaken nnd überhaupt überall, wo schwefelhaltige organische Körper faulen. Es ist ein farbloses, übelriechendes Gas (Geruch nach faulen Eiern!). Es läßt sich entzünden und brennt mit blauer Flamme. Brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin sogleich. Specifisches Gewicht 1,178.

§. 21.
Phosphor.

Der Phosphor kommt im Pflanzen-, Mineral- und Thierreich vor und zwar in Verbindung mit Sauerstoff und Basen in phosphorsauren Salzen. In den Knochen der Thiere, wo er am häufigsten anzutreffen ist, findet er sich als phosphorsaurer Kalk und ebenso im Erdreich, in welchem er sich auch noch in anderen Verbindungen findet. In dem Samen der Pflanzen kommt der Phosphor ebenfalls sehr häufig vor. Aus den Knochen wird er gewonnen, indem man mit Schwefelsäure schwefelsauren Kalk bildet und dadurch die Phosphorsäure frei macht. Diese kalkhaltige Phosphorsäure wird nun mit Kohle versetzt und in einer Retorte erhitzt. Dabei entzieht die Kohle der Phosphorsäure den Sauerstoff und entweicht als Kohlenoxydgas und Phosphordampf destillirt über, der unter Wasser verdichtet wird. In der Retorte bleibt einiger phosphorsaurer Kalk zurück.

Der Phosphor ist überaus leicht entzündbar. Die geringste Reibung, wobei eine erhöhte Temperatur entsteht, macht, daß derselbe brennt. Ein Beweis dafür sind die Zündhölzchen. Er ist wachsartig, krystallinisch und läßt sich bei gewöhnlicher Temperatur oft schneiden. In der Kälte ist er spröde. Specifisches Gewicht 2,089. Der Phosphor raucht an der Luft unter Verbreitung eines knoblauchartigen Geruchs. Dieses Rauchen ist eine Oxydation des Phosphors mit Sauerstoff zu phosphoriger Säure. Innerlich wirkt er überaus giftig, deßhalb wird er, vermischt mit Mehlteig, als Phosphorkugeln zum Vertilgen von Ratten und Mäusen benützt.

Der Phosphor verbindet sich mit vielen anderen Elementen, namentlich mit Sauerstoff in vier Oxydationsstufen. Wir führen hier nur die phosphorige Säure und Phosphorsäure auf. Erstere entsteht, wenn man Phosphor an die Luft bringt. Es entwickeln sich Dämpfe von phosphoriger Säure. Sie hat, wie oben bemerkt, einen knoblauchartigen Geruch. Die Phosphorsäure, welche einen lockeren, leichten, in der Glühhitze schmelzbaren Körper darstellt, kann man gewinnen, indem man Phosphor in Sauerstoffgas verbrennt. Es entwickeln sich weiße Dämpfe, welche sich nach und nach als ein weißer schneeartiger Körper zu Boden setzen. Der Phosphor verbindet sich mit Wasserstoff zu Phosphorwasserstoff.

Dieser findet sich am meisten bei in Fäulniß übergehenden, Phosphorverbindungen enthaltenden, organischen Substanzen und trägt namentlich viel bei zu dem übeln Geruche, der sich bei solchen kund gibt.

§. 22.

Kiesel.

Der Kiesel kommt so häufig in der Natur vor, daß man ihn für das vorwaltende Element im Erdreich erklären muß. Er findet sich aber immer in Verbindungen und in der Regel mit Sauerstoff oxydirt zu Kieselsäure, als welche er auch im Thier- und Pflanzenreich anzutreffen ist. Kieselstein ist Kieselsäure, mehr oder weniger verunreinigt und häufig durch Eisen gefärbt.

Der Kiesel ist als ein dunkelbraunes Pulver bekannt, unschmelzbar, nicht flüchtig und in Wasser unlöslich. Mit Salpeter geglüht oxydirt sich derselbe mit großer Heftigkeit. Man kann den Kiesel chemisch rein darstellen aus einer Verbindung, dem Kieselfluorgas, wenn man dasselbe über erhitztes Kalium leitet, denn da bildet sich Fluorkalium und Kiesel wird frei.

Von den Verbindungen, die der Kiesel mit Elementen eingeht, interessirt uns nur eine, diese aber auch in hohem Grade. Es ist dieses die Oxydation des Kiesels mit Sauerstoff zu Kieselsäure. Wie oben gesagt, kommt dieselbe überaus häufig im Mineralreich vor. In sechsseitigen Säulen als Bergkrystall, und die verschiedenen Varietäten des Quarzes sind nichts als unreine Kieselsäure. Auch macht sie einen nie fehlenden Bestandtheil der Quell- und Flußwasser, der Pflanzen und mancher Thierstoffe aus. Im reinen Zustande ist sie völlig farblos, ritzt das Glas und hat ein specifisches Gewicht von 2,7. In Wasser und allen Säuren, die Flußsäure ausgenommen, ist sie völlig unlöslich. Wird die Kieselsäure mit Kali zusammengeschmolzen, so gibt es kieselsaures Kali, welches das sogenannte Wasserglas ist. Mit Pottasche, Soda, Kalkerde &c. zusammengeschmolzen, bildet die Kieselerde farblose Gläser. In der Form von Bergkrystall hat sie mancherlei Anwendung: außer zu Schmucksteinen, dient sie zu Brillengläsern, zu Zapfenlagern für stählerne Achsen &c. Als Quarz, wo die Kieselsäure nicht im reinen Zustande ist, verwendet man sie zu feinen Glasflüssen, zu harten Reibschalen, zum Schleifen, zur Glas- und zur Porzellanfabrikation.

§. 23.
Chlor.

Finden wir das Chlor in der Natur, so wird es nie im freien Zustande seyn, sondern immer an Elemente gebunden und dann namentlich an Metalle. Eine der häufigsten Chlorverbindungen, die auf der Erde vorkömmt, ist die Verbindung des Chlor mit Natrium, die gewöhnlich Kochsalz heißt. Auch kommt es vor als Chlorkalium, Chlorkalcium, Chlormagnesium und in den Dämpfen vieler Vulkane findet es sich an Wasserstoff gebunden.

Das Chlorgas ist gelbgrünlich bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdrucke. Es hat einen höchst unangenehmen Geruch und erschwert das Athmen ungemein, indem es stechende Schmerzen auf der Brust verursacht. In größerer Menge eingeathmet, kann es tödtlich wirken. Das specifische Gewicht desselben ist 2,458.

Das Chlor ist nicht brennbar und wenige Körper brennen darin fort, z. B. ein Wachslicht mit stark rußender Flamme. Es zerstört viele organische Körper, besonders Pflanzenpigmente, indem es denselben ihren Wasserstoff entzieht und den Sauerstoff frei macht, wodurch diese meist entfärbt werden. Darin beruht auch die bleichende Kraft des Chlores. Es wird gewöhnlich dargestellt aus einem Gemisch von Braunstein und Salzsäure, indem man das Gas über warmes Wasser auffängt.

Das Chlor findet in der Technik eine ausgebreitete Anwendung: als Gas wird es benützt zum Bleichen von Leinen, Kattun und Lumpen zur Papierfabrikation. Auch benützt man es in Krankenhäusern zur Zerstörung übelriechender, ansteckender gasförmiger Stoffe (Miasmen). In der Medicin findet es Anwendung im aufgelösten Zustande. In der Metallurgie zur Lösung und Scheidung des Goldes.

Das Chlor verbindet sich fast mit allen anderen Elementen. Mit Sauerstoff geht es fünf Oxydationsstufen ein und bildet die unterchlorige Säure, die chlorige Säure, die Unterchlorsäure, die Chlorsäure und die Ueberchlorsäure. Die Chlorsäure, die vorzüglichste von diesen fünf Verbindungen, zersetzt sich schon bei 40° in chlorige Säure und Ueberchlorsäure. Ebenso wird sie durch schweflige und phosphorige Säure leicht zerlegt, indem sie an diese Sauerstoff abgibt und sie dadurch höher oxydirt. Eine, aber in der

Technik sehr oft gebrauchte Verbindung ist die des Chlors mit Wasserstoff zu Chlorwasserstoff- oder Salzsäure. Beide Elemente haben sehr große Verwandtschaft zu einander und vereinigen sich sehr leicht. Mengt man in dem Verhältniß, in welchem sich die beiden Körper mischen, die Gase mit einander, so geht in etwas dunkeln Räumen die Vereinigung nur langsam vor sich, läßt man aber einen Funken oder das Sonnenlicht direkt darauf einwirken, so geht die Verbindung unter heftiger Explosion vor sich. In den Fabriken wird sie durch Zersetzung des Kochsalzes (Chlornatrium) mit Schwefelsäure dargestellt. Die Chlorwasserstoffsäure ist ein farbloses Gas, das an die Luft kommend dicke weiße Nebel bildet, indem es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und tropfbarflüssige Salzsäure bildet. Hat ein specifisches Gewicht von 1,25. Sie ist außerordentlich löslich in Wasser und löst selbst viele Metalle auf, unter Wasserstoffentwicklung. Die Salzsäure, welche gewöhnlich im Handel vorkommt, enthält immer Chloreisen, wodurch sie gelb gefärbt wird, dann Schwefelsäure und schwefligsaure Salze. Um nun diese rohe Salzsäure zu reinigen, braucht man sie nur nochmals zu destilliren.

§. 24.

Kalium.

Das Kalium kommt in der Natur außerordentlich verbreitet vor, doch niemals im gediegenen Zustande, sondern immer mit Sauerstoff verbunden oder namentlich an Säuren gebunden. Als kieselsaures Kali kann man es immer in geringeren Mengen in der Erde antreffen, und die Pflanzen sammeln aus dem Boden die zu ihrem Bedarfe nothwendigen Kalisalze an, so, daß wir sie aus deren Asche wieder mit Vortheil darstellen können.

Das Metall Kalium oxydirt sich an der Luft mit großer Geschwindigkeit zu Kali oder Kaliumoxyd. Schneiden wir jedoch ein Stück durch, so können wir die Schnittfläche als bläulich silberweiß und krystallinisch sehen. Bei 0° Temperatur ist es brüchig, bei gewöhnlicher dagegen weich wie Wachs und in der Rothglühhitze geschmolzen verwandelt es sich in einen grünlichen Dampf. Werfen wir ein Stückchen Kalium auf das Wasser, auf welchem es schwimmt, da es specifisch leichter ist als das Wasser, so wird letzteres augenblicklich zerlegt, der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kalium und der Wasserstoff entwickelt sich unter Feuererscheinung. Wegen seiner

leichten Oxydirbarkeit bewahrt man es gewöhnlich unter Steinöl auf. Man stellt es jetzt zumeist aus kohlensaurem Kali mit Kohle in schmiedeisernen Retorten dar.

Mit Kalium verbindet sich der Sauerstoff zu einem Oxyd und Superoxyd. Das Kaliumoxyd oder Kali ist wasserfrei schwer darzustellen, am besten noch durch Verbrennen von Kalium in der zureichenden Menge Sauerstoffgas. Es ist grauweiß, schwer schmelzbar, zieht aus der Luft Feuchtigkeit an und wirkt sehr ätzend; mit Wasser in Berührung gebracht, verbindet es sich mit demselben unter Feuererscheinung und bildet Kalihydrat. Als solches wird es immer erhalten, wenn man es aus seinen Salzen abscheidet. Aus kohlensaurem Kali stellt man es dar, indem man dasselbe in Wasser auflöst, kocht und mit Kalkbrei versetzt, es bildet sich kohlensaurer Kalk und Aetzkalilauge. Kalium und Schwefel bilden fünf Stufen, von denen uns nur das einfach- und das fünffach-Schwefelkalium von Interesse ist. Das einfach-Schwefelkalium bildet sich beim Glühen von schwefelsaurem Kali mit Kohle. Es lassen sich aus diesem die übrigen Schwefelungsstufen darstellen. Das fünffach-Schwefelkalium wird in der Medicin unter dem Namen Schwefelleber verwendet. Es bildet sich leicht durch Erhitzen einer der niederen Schwefelungsstufen des Kaliums mit Schwefel.

Mit dem Chlor geht das Kalium zu Chlorkalium nur diese eine Verbindung ein, die leicht direkt gebildet werden kann. In der Natur kommt es ziemlich verbreitet vor, doch nicht so wie das Chlornatrium. Es schmeckt wie Kochsalz, krystallisirt in Würfeln und löst sich in drei Theilen kalten Wassers auf. Es hat mancherlei technische Anwendung.

Jodkalium ist von scharfem Geschmack, in Wasser löslich, und zieht aus der Luft Wasser an. Es ist fast in allen Meerpflanzen enthalten, aus welchen es auch gewonnen werden kann.

Einfach kohlensaures Kali wird gewöhnlich dargestellt aus der im Handel vorkommenden Pottasche, die 50 Procent kohlensaures Kali enthält. Sie bildet gewöhnlich eine weiße unkrystallisirte Masse von alkalischem Geschmack, welche aus der Luft Wasser anzieht.

Das salpetersaure Kali oder der Salpeter kommt in manchen Ländern schon fertig in der Natur vor. Er wird aber außerdem in sogenannten Salpeterplantagen dargestellt. Der reine Salpeter krystallisirt in hohen Säulen, besitzt einen kühlenden Geschmack und

100 Theile Wasser von 0° lösen 13 Theile davon auf. Er wird zur Verfertigung des Schießpulvers benützt, welches aus 75 Theilen Salpeter, 12 Theilen Schwefel und 13 Theilen Kohle besteht.

Das einfach schwefelsaure Kali schmeckt salzig bitter, löst sich in 12 Theilen kalten Wassers und krystallisirt in rhombischen Prismen. Es findet sich in der Natur in vielen Mineralquellen gelöst.

Das chlorsaure Kali ist ein schönes weißes Salz und wird meist in Form von perlmutterglänzenden Tafeln erhalten. Schmeckt wie Salpeter.

Die Verbindung kieselsaures Kali erhält man leicht durch Zusammenschmelzen von 3 Theilen Quarz, 2 Theilen kohlensaurem Kali und $\frac{1}{4}$ Theil Kohlenpulver. Es bildet ein durchsichtiges Glas, welches sich fein gepulvert in kochendem Wasser löst; beim Erkalten erstarrt die Lösung zu einer dicken Gallerte. Es ist dieses das Wasserglas.

§. 25.

Natrium.

Das Natrium kommt wie das Kalium vielfältig in der Natur vor, aber auch immer an andere Körper gebunden. In Gebirgsarten trifft man es in Verbindung mit Kieselerde und Thonerde. Mit Chlor verbunden kommt es als Kochsalz, Steinsalz, Seesalz in allen Gewässern, namentlich im Meerwasser in unbegrenzter Masse vor. Als solche Verbindung finden wir es auch in dem Safte der Pflanzen und thierischen Flüssigkeiten.

In chemischen sowohl wie physikalischen Eigenschaften steht das Natrium dem Kalium sehr nahe. Es oxydirt sich ebenfalls an der Luft ungemein rasch und muß deßhalb unter Steinöl aufbewahrt werden. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur weich, so daß es sich leicht schneiden läßt, auf der frischen Schnittfläche ist es silberweiß. Das Wasser zersetzt es bei jeder Temperatur. Auf kaltes Wasser geworfen entzündet es sich nicht wie das Kalium, wohl aber bei einer Temperatur von 60° warmen Wassers. Das Natriumoxyd, welches sich hiebei bildet, löst sich sofort im Wasser auf. Das Natrium wird auf dieselbe Weise wie das Kalium dargestellt.

So wie das Kalium, so hat auch das Natrium zwei Verbindungen mit Sauerstoff das Natriumsuperoxyd und Natriumoxyd oder Natron und als solches vereinigt es sich mit den meisten Säuren.

Natriumoxydhydrat (Aetznatron) wird auf dieselbe Weise wie das Kalihydrat bereitet und hat auch in jeder Beziehung dieselben Eigenschaften. Mit Schwefel, Phosphor, Arsenik ꝛc. verbindet sich das Natrium wie das Kalium.

Eine der vorzüglichsten Verbindungen aber ist das Chlornatrium oder Kochsalz. Dasselbe findet sich sehr verbreitet in der Natur und wird deßhalb auch in so großer Menge dargestellt. Es macht oft in manchen Gegenden ganze Gebirgslager, Salzstöcke, die eine Ausdehnung von mehreren Quadratmeilen erreichen, aus. Man löst, da solches Steinsalz immer sehr unrein ist, es in großen Bassins auf, wobei die mechanischen Verunreinigungen, als Thon, Gyps, Eisenoxyd ꝛc. zurückbleiben; diese klare Lösung wird dann in großen Pfannen eingedampft, wobei sich das Kochsalz in Würfeln ausscheidet. Sehr viele Soolenquellen und das Meerwasser enthalten nicht so viel Salz gelöst, als daß es vortheilhaft wäre, direkt durch Abdampfen das Salz zu gewinnen. Hierzu werden nun die Gradirwerke benützt. Es ist das Chlornatrium im kalten und heißen Wasser gleich löslich, schmilzt in der Rothglühhitze und ist in noch höherer Temperatur nicht unbedeutend flüchtig, 1 Theil Kochsalz löst sich in 36 Theilen Wassers vollkommen auf.

Salpetersaures Natron (Chilisalpeter), findet sich zwischen Peru und Chili in beträchtlicher Menge in den oberen Schichten einer thonigen Erde. Es wird durch Auslaugen dieser Erde leicht rein gewonnen.

Einfach schwefelsaures Natron (Glaubersalz) findet sich ziemlich häufig in der Natur. An mehreren Orten Ungarns, Schwedens, Sibiriens ꝛc. wittert es aus dem Boden. Es krystallisirt in großen, farblosen, schiefen rhombischen Prismen, schmeckt kühlend, bittersalzig und verwittert an der Luft.

Einfach kohlensaures Natron (Soda) krystallisirt in der Kälte in großen wasserhellen, schiefen rhombischen Prismen und hat einen kühlen laugenartigen Geschmack. Die Soda findet sich ebenfalls in der Natur, indem sie aus dem Boden auswittert.

Phosphorsaures Natron findet sich in dem Harn und anderen thierischen Flüssigkeiten, sowie in dem Safte der Pflanzen fertig gebildet. Man erhält es einfach durch Neutralisation der aus gebrannten Knochen mittelst Schwefelsäure abgeschiedenen Phosphorsäure mit kohlensaurem Natron.

§. 26.

Calcium.

Das Calcium findet sich in der Natur als eines der verbreitetsten Metalle; an Sauerstoff und Kohlensäure gebunden, macht es ganze Gebirgsketten aus; mit Schwefelsäure verbunden, kommt es als Gyps vor, welcher ebenfalls ganze Gebirgslager ausmacht. Als phosphorsaurer Kalk ist das Calcium in den Pflanzen und Knochengerüsten der Thiere; mit Kieselsäure bildet es einen wesentlichen Bestandtheil der verbreiteten Silikate. Es ist also für den Landwirth eines der wichtigsten Metalle.

Das Calcium stellt silberweiße Kügelchen dar, es ist dehnbar, in der Rothglühhitze schmelzbar und bei noch stärkerer Erhitzung flüchtig, wird an der Luft trübe und oxydirt sich im Wasser unter Entwicklung von Wasserstoffgas. Die Darstellung des metallischen Calciums ist sehr schwierig. Sie gelingt jedoch durch Zersetzung seines Oxyds mit Hülfe eines elektrischen Stromes.

Die meisten Verbindungen des Calciums sind für uns von der höchsten Wichtigkeit, theils ihres Vorkommens im Boden, in den Pflanzen und Thieren halber, theils wegen der vielfachen Anwendung, die sie finden.

Calcium und Sauerstoff gehen mit einander zwei Verbindungen ein, von welchen wir vor allen das Calciumoxyd oder den Kalk, die Kalkerde, aufführen. Es entsteht durch starkes Glühen von kohlensaurem Kalk, indem hiedurch die Kohlensäure entweicht. Es ist eine weiße, erdige, selbst in hohen Hitzgraden nicht schmelzbare Verbindung. Bringt man diesen sogenannten gebrannten Kalk mit Wasser zusammen, so entsteht eine große Hitze und es bildet sich Kalkhydrat, was man auch Kalkbrei, gelöschten Kalk nennt. Solcher Kalk wird nun in der Technik vielfach angewendet.

Chlorcalcium findet man im Meerwasser und den meisten Soolenquellen, aus denen man es durch Eindampfen gewinnen kann. Das geschmolzene Chlorcalcium ist eine weiße faserige Masse, die mit großer Begierde Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

Fluorcalcium ist der in der Natur vorkommende Flußspath. Derselbe ist farblos, oft aber auch gelb, grün oder blau gefärbt und dient als Zuschlag beim Schmelzen von Erzen, um die Bildung leicht flüssiger Schlacken zu befördern.

Kohlensaurer Kalk bildet, in der Natur sehr verbreitet, den Marmor, Tropfstein, lithographischen Stein, die Kreide und den Dolomit. Außerdem kommt er im Pflanzen- und Thierreich vor, so bildet er z. B. den wesentlichsten Bestandtheil der Muschelschalen.

Schwefelsaurer Kalk kommt ebenfalls sehr verbreitet vor, nämlich als Gyps, Marienglas, Alabaster ꝛc. Er ist in 333 Theilen Wasser löslich und findet sich deßhalb in den meisten Quellen in geringer Menge gelöst. Er wird chemisch rein gewonnen bei der Darstellung der Phosphorsäure aus gebrannten Knochen.

Phosphorsaurer Kalk ist ziemlich in der Natur verbreitet unter den Namen Apatit, Phosphorit und Osteolit. Namentlich findet man ihn aber in den Knochen der Thiere. Der gewöhnliche phosphorsaure Kalk ist in Wasser fast unlöslich, in geringer Menge in Kohlensäure oder Kochsalz oder Ammoniaksalze haltendem Wasser.

Kieselsaurer Kalk bildet im reinen Zustand den Tafelspath, in Verbindung mit kieselsaurem Kali oder Natron bildet er das Glas.

Chlorkalk wird dargestellt, indem man über frischen Kalkbrei Chlorgas streichen läßt. Er wird gegenwärtig als Bleichmittel für Kattun, Leinen und in der Papierfabrikation verwendet.

§. 27.

Magnesium.

Das Magnesium ist fast immer ein beständiger Begleiter der Verbindungen des Calciums und kommt deßhalb, wenn auch in geringer Menge, doch sehr verbreitet vor. Man kennt es als ein silberweißes, glänzendes, hartes, aber dehnbares Metall; es schmilzt bei der Rothglühhitze, verflüchtigt sich in der Weißglühhitze und verbrennt an der Luft mit rother Flamme. Das Magnesium bleibt in trockene Luft gebracht unverändert, und in feuchter oxydirt es sich oberflächlich. Das Wasser wird von ihm erst bei einiger Wärme zersetzt. Es wird jetzt gewöhnlich dargestellt durch Erhitzen von Chlormagnesium mit Calcium oder Natrium und durch einiges Auswaschen der geschmolzenen Masse mittelst kalten Wassers.

Magnesium und Sauerstoff oder Talkerde, Bittererde, ist die einzige Verbindung, welche das Magnesium mit Sauerstoff eingeht. Es zeigt dieses weiße, geschmack- und geruchlose Pulver nur in den allerhöchsten Hitzgraden eine geringe Schmelzbarkeit. Man erhält die Bittererde leicht durch Glühen der kohlensauren Magnesia.

Kohlensaure Magnesia finden wir in der Natur unter dem Namen Magnesit, mit kohlensaurem Kalk bildet sie den Bitterspath und eine ganze Gebirgsart, den Dolomit. Wichtiger ist die basisch kohlensaure Magnesia wegen ihrer Anwendung in der Medicin.

Schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) findet man gleichfalls ziemlich verbreitet in der Natur, besonders kommt es im Quell-, Fluß- und Meerwasser vor. In den sogenannten Bitterwassern ist es in auffallender Menge vorzufinden. Es krystallisirt in geraden, großen, rhombischen Pyramiden und verwittert in warmer Luft; löst sich in zwei Theile Wasser und seine Lösung reagirt neutral.

Unter den übrigen Salzen der Magnesia ist hier noch die phosphorsaure Magnesia zu erwähnen, indem sie in dem Wachsthum der Pflanzen eine ziemliche Rolle spielt. Sie findet sich vorzugsweise in dem Samen vieler Pflanzen, namentlich der Gräser und Getreidearten, und ist außerdem in einigen Mineralien enthalten. Mit Kieselsäure verbunden, kommt die Magnesia in der Natur als Speckstein, Meerschaum, Serpentin 2c. vor.

§ 28.
Eisen.

Wir finden das Eisen in der Natur als eines der verbreitetsten Metalle. In der Regel kommt es aber mit Sauerstoff verbunden, indem es da eine ganze Reihe von Mineralien bildet, vor. Auch mit Schwefel und Säuren tritt es vielfältig im Mineralreich auf. Gediegen kommt das Eisen seltener vor und wir finden es dann fast nur im Meteoreisen.

Die Eigenschaften des Eisens sind durch den vielfältigen Gebrauch, welcher dem Eisen widerfährt, so ziemlich bekannt. Es ist knetbar in der Weißglühhitze, so daß sich verschiedene Stücke unter dem Hammer vereinigen lassen (schweißbar). In heller Weißglühhitze erweicht es bis zum Schmelzen. Das Eisen ist unter allen Metallen das zäheste, hat ein spec. Gewicht von 7,84, ist von graulich weißer Farbe und lebhaftem Metallglanz. Lassen wir dieses Metall längere Zeit an trockener Luft liegen, so erhält es sich blank, in feuchter dagegen bedeckt es sich bald mit Rost. Das Eisen ist ein Wasser zersetzendes Metall, indem es mit Säuren und Wasser zusammengebracht, sich auf Kosten des Wassers oxydirt und wasserstoff frei wird. Der Magnet zieht das Eisen sehr stark an, es

nimmt jedoch magnetische Eigenschaften nur vorübergehend an, während Stahl oder kohlenhaltiges Eisen stärker als irgend ein anderer Körper Magnetismus behält.

Das Eisen wird wegen seiner ausgedehnten Anwendung in ganz ungeheueren Quantitäten auf unsern Eisenhüttenwerken dargestellt. Es werden zu diesem Behufe in der Regel die in der Natur vorkommenden Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff dazu genommen. Um nun den Sauerstoff vom Eisen zu trennen, wird das Eisenoxyd, Eisenoxyduloxyd u. s. w. in den Hohöfen so aufgeschichtet, daß eine Lage Eisen mit einer Lage Kohle immer abwechselt. Es verbindet sich dann in den hohen Hitzgraden der Sauerstoff z. B. des Eisenoxyds mit dem Kohlenstoff und entweicht als Kohlenoxydgas, Kohlensäure und das regulinische Eisen schmilzt dann im Ofen zusammen, woraus es dann durch das sogenannte Stichloch abfließt. Es führt dann den Namen Roheisen und das meiste von diesem Roheisen wird nun dem Eisenfrischproceß unterworfen, welcher den Zweck hat, es in zu hämmerndes Eisen oder Stabeisen umzuwandeln. Der Stahl ist eine Kohlenstoffverbindung, die hinsichtlich der Menge des Kohlenstoffs zwischen dem Roheisen und Stabeisen steht.

Es sind drei Verbindungen des Sauerstoffs mit Eisen bekannt: ein Oxydul, Oxyd und eine Säure. Das Eisenoxydul finden wir nie frei und mit Eisenoxyd verbunden bildet es den Magneteisenstein. An Schwefelsäure gebunden erhält man Eisenoxydul leicht durch Auflösen des Eisens in verdünnter Schwefelsäure. Die wichtigsten Eisenerze, die in der Natur vorkommen, bildet das Eisenoxyd. Es ist ein rothes Pulver; als eisenschwarze Krystalle, mitunter mit den prächtigsten Farben angelaufen, finden wir es dagegen in der Natur. Die Eisensäure ist für uns ohne alles Interesse. Eisen und Schwefel gehen mehrere Verbindungen mit einander ein. Die wichtigere ist das Doppeltschwefeleisen, welches den in der Natur vorkommenden Schwefelkies bildet. In Gefäßen stark erhitzt, destillirt die Hälfte seines Schwefels ab.

Schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenvitriol findet sich im Schwefelkies als sekundäres Gebilde, und überhaupt in verschiedenen Schwefelmetallen. Will man den Eisenvitriol darstellen, so bildet der Schwefelkies das gewöhnlichste Material hiezu. Rein erhält man ihn durch Auflösen von Eisenabfällen in verdünnter Schwefelsäure.

Kohlensaures Eisenoxydul (Spatheisenstein) kommt in der Natur in ziemlicher Menge und wasserfreiem Zustande vor. Kohlensäurehaltiges Wasser löst dieses Salz oft in ziemlicher Menge auf (Stahlwasser) und besitzt dann den eigenthümlichen Geschmack der Eisensalze.

§. 29.

Mangan.

Wir finden das Mangan in der Natur fast immer als Begleiter des Eisens. Es kommt jedoch seltener in der Natur vor als letzteres und fast nur im oxydirten Zustande.

Es bildet ein grauweißes, wenig glänzendes, sprödes Metall, hat ein spec. Gewicht von 8,0, und ist höchst schwer schmelzbar. Bringen wir dieses reine Metall mit der Luft in Berührung, so oxydirt es sich bald, schneller aber noch im Wasser, welches es unter Entwicklung von Wasserstoff zersetzt, während es zu einem grünschwarzen Pulver zerfällt. Man konnte das Mangan bis jetzt nur im kohlenhaltigen Zustande darstellen, und zwar durch Reduciren einer seiner Sauerstoffverbindungen im Kohlentiegel unter dem heftigsten Gebläsefeuer.

Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff zählt man fünf, außerdem sind noch Doppelverbindungen dieser einzelnen Oxydationsstufen bekannt. I. Manganoxydul entsteht durch Oxydation des Metalles unter Wasser oder durch das kohlensaure Manganoxydul. Es bildet ein graugrünes Pulver und ist unter diesen fünf Oxydationsstufen die stärkste Salzbasis. II. Manganoxyd bildet als wasserfrei den Braunit, als wasserhaltig den Manganit. Das Manganoxyd ist braunschwarz, als Hydrat rothbraun. III. Mangansuperoxyd oder Braunstein. In der Natur vorkommend bildet derselbe große eisenschwarze Krystalle, wird in großen Massen bergmännisch gewonnen und findet in der chemischen Industrie eine ungemein große Anwendung. IV. Mangansäure wird dargestellt durch Zusammenschmelzen von Kalihydrat mit Braunstein und Auflösen der geschmolzenen Masse. V. Uebermangansäure, diese bildet sich aus der Mangansäure durch Oxydation an der Luft. Mangan und Schwefel finden wir in der Natur nur selten unter dem Namen Manganglanz und sie bilden dann ein eisenschwarzes, metallglänzendes Mineral. Schwefelsaures Manganoxydul bildet je nach der Temperatur, die es hat, bei verschiedener Quantität Wasser entweder schiefe

rhombische oder rhomboidische, blaßrosenrothe Krystalle, die aber leicht verwittern. Es dient zur Reinigung des Leuchtgases. Kohlensaures Manganoxydul kommt wasserfrei als Manganspath vor.

§. 30.

Jod.

Das Jod finden wir in der Natur nie frei, sondern wie das Chlor an Natrium oder Magnesium gebunden und fast immer dann in Begleitung von Chlor- und Bromverbindungen. Somit können wir das Jod in Salzsoolen und in Mineralquellen, vorzugsweise aber in Seegewächsen antreffen.

Das Jod ist bekannt als violettschwarze, metallglänzende Krystallschuppen, bei 180° verwandelt es sich in einen Dampf von veilchenblauer Farbe, welcher an den etwas kälteren Theilen des Gefässes krystallisirt sublimirt, es löst sich leicht in Alkohol, weniger in Wasser; organische Körper werden vorübergehend braun gefärbt. Es wird gewöhnlich aus zwei rohen Sodasorten, Kelp und Varek, den Aschen verschiedener Strandpflanzen, dargestellt. Dieselben löst man im heißen Wasser auf und leitet in die Flüssigkeit Chlordämpfe ein, das hierdurch frei werdende Jod geht mit den Wasserdämpfen über und verdichtet sich in der Vorlage; nach dem Trocknen reinigt man es durch Sublimation.

Mit Sauerstoff geht das Jod drei Verbindungen, welche denen des Chlors ähnlich sich verhalten, ein. Man kennt eine Unterjodsäure, Jodsäure und Ueberjodsäure, unter denen die Jodsäure die bekannteste ist. Sie bildet sich gerade so wie die Chlorsäure.

Mit Wasserstoff bildet das Jod eine Jodwasserstoffsäure. Am Licht zersetzt sie sich leicht und wird von dem sich ausscheidenden Jod braun gefärbt.

Mit Stickstoff geht das Jod eine Verbindung ein, die sich beim Erwärmen oder gelinden Reiben mit heftiger Explosion in ihre Bestandtheile zerlegt.

§. 31.

Fluor.

Das Fluor kommt in der Natur unter dem Namen Flußspath, in welchem es an Calcium gebunden ist, vor. Wir finden es aber auch noch an andere Metalle gebunden. In dem Schmelz der Zähne und in den Knochen findet es sich auch, aber in geringer Menge.

Die Eigenschaften des freien Fluors sind noch im geringen Maße bekannt, indem es sich in dem Zustande des Freiwerdens durch seine große Verwandtschaft augenblicklich mit einem anderen Körper verbindet. Es ist ein farbloses Gas, welches man erkennt, wenn man es in kleinen Apparaten aus Flußspath isolirt.

Die Verbindung des Fluors mit Wasserstoff, oder die Fluorwasserstoffsäure bildet eine farblose, an der Luft stark riechende Flüssigkeit, siedet schon bei 30⁰, ist stark sauer, wirkt ungemein ätzend, organische Körper werden von ihr zerstört, erzeugt auf der Haut Blasen und löst die Kieselsäure auf, weßhalb sie Glas und Porcellan leicht angreift. Sie wird dargestellt durch Destillation von fein gepulvertem Flußspath mittelst Schwefelsäure in Blei oder Platingefäßen.

§. 32.

Aluminium.

Es findet sich meistens in Verbindungen und als Oxyd mit Schwefelsäure, Phosphorsäure und vorzüglich mit Kieselsäure zu zahlreichen Salzen verbunden. In diesem Zustande ist es eines der verbreitetsten Metalle.

Unter dem Polirstahl nimmt es Metallglanz an und wird von dem Magnet schwach angezogen. Bis jetzt ist es als ein graues Pulver bekannt, welches sich an der Luft und selbst im kalten Wasser nicht verändert; in der Siedhitze zerlegt es jedoch langsam das Wasser. Wird es unter Zutritt von Luft geglüht, so verbrennt es zu Aluminiumoxyd. Man stellt es ganz so ähnlich wie das Magnesium dar.

Aluminium (Alumium) und Sauerstoff oder Thonerde findet sich krystallisirt in geringer Menge in der Natur und bildet dann den Korund, Rubin und Saphir. Die unreine nicht krystallisirte Thonerde führt den Namen Schmirgel. Wenn wir sie künstlich darstellen, ist sie, frisch gefällt, ein gallertartiger Niederschlag, der zu einer gelblichgrauen Masse eintrocknet. Die Thonerde ist nur in den allerhöchsten Hitzgraden schmelzbar. Man stellt sie durch starkes Glühen des Ammoniakalaun dar; derselbe wird in der Glühhitze zerlegt und hinterläßt beim Auskochen reine Thonerde.

Schwefelsaure Thonerde. Wenn wir Thonerdehydrat in Schwefelsäure in so großer Menge wie nur möglich ist, auflösen, so werden wir beim Abdampfen dieser Flüssigkeit kleine, farblose

dünne Blättchen finden, welche einen sauern, herben Geschmack haben und sich in Wasser leicht auflösen. Die neutrale schwefelsaure Thonerde wird fabrikmäßig dargestellt, indem sie in der Färberei große Anwendung findet.

Schwefelsaure Kalithonerde oder Alaun. Bringen wir zu der eben beschriebenen schwefelsauren Thonerde eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kali, so bildet sich allmählig nach einiger Zeit ein körniger Niederschlag von Kalialaun. Er schmeckt süßlich, zusammenziehend, löst sich in kaltem Wasser etwas schwer, in heißem desto leichter auf. Erhitzen wir den Alaun so, daß er all sein Krystallwasser verliert, so bekommt man eine lockere, leicht zerreibliche, poröse Masse (gebrannten Alaun).

Kieselsaure Thonerde treffen wir in der Natur oftmals an, meist aber verunreinigt mit anderen Körpern. Alles, was man im gewöhnlichen Leben Thon heißt, ist in der Regel kieselsaure Thonerde. Der Thon ist entstanden durch Verwitterung kieselsaurer Thonerde-Doppelsalze.

Unter den kieselsauren Thonerde-Doppelsalzen nimmt der Feldspath wegen seines vielen Vorkommens den ersten Rang ein. Bleibt derselbe längere Zeit den Einflüssen des Wassers und der Luft ausgesetzt, so verwittert er und hinterläßt Thon, während vom Wasser kieselsaures und kohlensaures Kali nebst Kieselsäurehydrat aufgenommen werden.

Alle Thone, die noch kieselsaure Alkalien oder alkalische Erden enthalten, werden in heftiger Glühhitze nicht nur hart, sondern sie schmelzen auch und zwar um so leichter, je mehr sie Alkalien enthalten. Diese Eigenschaft nun der Thone, die man durch Zusätze ihnen geben kann, in Verbindung mit der Fähigkeit, mit Wasser einen formbaren Teig zu liefern, macht die Anwendbarkeit der Thone zur Darstellung der verschiedensten gebrannten Geschirre und Waaren, welche schon aus der ältesten Zeit bekannt ist.

§. 33.

Erschöpfung und Ersatz der Elemente.

Von einer Wirthschaft, wenn sie gut betrieben wird, sagt man, sie sey gut „organisirt“ und nimmt diese Bezeichnung von einer Erscheinung in der lebenden Welt her, deren Vorgänge als musterhaft für uns erscheinen, weil wir den Organismus als

die höchste Vollendung einer Wirthschaft anerkennen, in welcher Einnahme und Ausgabe, Zweck und Mittel aufs Genaueste und nach den Gesetzen unverbrüchlicher Nothwendigkeit geordnet sind.

Mit 14—15 Elementen unternimmt bei jedem organischen Wesen ein Unbekannter eine Wirthschaft, die in der Zeit ihrer Blüthe viel mehr einnimmt als ausgibt, endlich zwar im Alter ins Umgekehrte umschlägt, immer aber zuletzt eine Masse organischer Substanz bei der Bilanz, die der Tod zieht, zurückläßt, welche der Mutter Erde als unvermeidlichem Intestaterben zurückfällt. Aus einem kaum $^1/_3$ Gran wiegenden Samen beginnt der Unbekannte mit Hülfe der 14—15 Elemente, mit Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor, Kiesel, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen und Mangan, vielleicht auch Jod eine Wirthschaft, indem er einnimmt, ausgibt und zurücklegt, deren Produkt nach hundert Jahren ein stattlicher Fichtenbaum von über 100 Ctr. Gewicht seyn kann. Der Unbekannte heißt Lebenskraft, oder Naturgesetz, oder organische Kraft, sein Produkt gehört, wenn es stirbt, der Erde wieder, die es wie die Mutter das Kind beerbt.

Jedenfalls ist diese Art Haushalt uns Muster, weil wir einen gutgeordneten darnach nennen, d. h. organisirt. Wir selbst sind nur das Produkt einer solchen Wirthschaft, deren Soll und Haben im Stoffwechsel erscheint und tragen damit das Gepräge der Ordnung des unergründlichen Wirthschaftsführers in uns, freilich oft unbewußt. Wie in der Einzelwirthschaft alles wohl organisirt seyn muß, wenn die Aufgabe erreicht werden soll, so in Summa alle Einzelwirthschaften, die ein besonderer Organismus leitet, dessen Gesetze sich allmählig von selbst ergaben und, erkannt, den Inhalt der politischen Oekonomie, die wir Deutsche gerne Nationalökonomie nennen, bilden. Der Stoffwechsel in der Nationalökonomie bildet die naturwissenschaftliche Grundlage derselben, die man bis jetzt fast ganz vernachlässigt hat, um bloß die rechnerische auszubilden. Aber letztere nimmt nur die Daten, ohne ihre Ursachen zu ergründen.

Merkwürdigerweise ist man auf den Gang des Stoffwechsels, so weit er die unorganische Welt betrifft, bis jetzt noch gar nicht aufmerksam geworden, obwohl man weiß, daß der Rückersatz des einmal Genommenen bei der enormen Langsamkeit der Naturvorgänge für unsere Art der Zeitbestimmung soviel wie gar keiner ist. Erzlager, Kohlenflötze, Kalk- und Mergelgruben werden erschöpft,

ohne daß Jemand an den Rückersatz denkt; man hofft einfach, daß nach uns wohl wieder andere Mittel zum Fortkommen gefunden werden, also etwa wie ein liederlicher Hausvater das von seinen Kindern auch hofft.

Aber im Gebiet des Organischen, wo doch eben der sammelnde, emsige, genaue Unternehmer herrscht, ist man viel ängstlicher und spricht von Erschöpfung des Bodens sofort, wenn Waldstreu dem Walde entzogen wird, wenn ein Land Knochen ausführt, Dünger unbenützt ins Wasser laufen läßt, viel Getreide und Vieh exportirt; man sagt voraus, daß der Unternehmer demnächst im Boden alle zehn obengenannten Elemente mit Ausnahme der vier ersten oder doch einen guten Theil derselben nicht mehr in hinreichender Menge finden werde, daß also dann die Ausgabe nicht mehr gemacht werden könne, weil Erschöpfung eingetreten sey. Man weist dabei auf die wachsenden Steppen am Nilalluvium, auf die salzigen, mit Gestrüpp im sandigen Boden bedeckten und unfruchtbaren Steppen am Doppelstromgebiet des Euphrat und Tigris, dem jetzt öden und ehedem fruchtbarsten Mesopotamien der alten Welt, auf die nun leer gewordene Kornkammer Siciliens, die öde Campagna Roms und seinen mager gewordenen Acker der ewigen Stadt, die Maremmen Liguriens, ja selbst auf die Wanderung des nordamerikanischen Farmers, den die Bodenerschöpfung schon jetzt in Noth bringe oder westwärts zu wandern zwinge.

Untersuchen wir nun in einigen Beispielen, die der Urproduktion entnommen sind, wie weit hier Erschöpfung und Rückersatz gehen, betrachten wir den Stoffwechsel, wie er sich in der Wirthschaft schon da gestaltet, wo sie nur die Natur ohne besondere Eingriffe benützt. Wald und Wiese, d. h. gesellschaftlich vorkommende Baumarten, Gräser und Kräuter in großer Ausdehnung, sind die Formen der Pflanzenwelt, welche die nördliche gemäßigte Zone kennzeichnen. Beide, Jahrhunderte unberührt gelassen, bilden Urwälder und Prairien oder Pampas, in denen der Ersatz des von der Vegetation dem Boden Entzogenen sich von selbst macht, da selbst die wild in ihnen lebenden Thiere, wenn auch etwa in sehr extremer Vertheilung, endlich doch wieder dem Boden zurückgegeben werden. Der Boden sollte aber damit nicht bereichert werden können, denn es geht ihm ja kein Atom mehr zu, wenn Bäume und Gräser verwesen, als was vom Boden genommen ist. Und dennoch ist

ein solcher Boden nach der Rodung viel fruchtbarer geworden, als ein anderer Urboden, der mit weniger Vegetation bedeckt war, der also weniger Kraft verwandte, der Urwaldboden wieder viel fruchtbarer als die Prairie. Ein kraftlos gewordener Boden bei uns, der mit Wald bestockt wurde, ist nach 60—80 Jahren des Waldbestandes, dem man seine Abfälle gelassen hat, viel fruchtbarer geworden, als er noch vor der Bestockung war, selbst wenn man jetzt den Holzzuwachs und mit ihm die seit 60—80 Jahren aufgenommenen Bodenbestandtheile entfernt.

Die alte Schule sagte, das rührt vom Humus her, der von den Abfällen inzwischen gebildet wurde, aber die Abfälle, der Humus wie das Holz selbst enthalten nicht mehr Bodenbestandtheile, als ursprünglich auch vorhanden waren. Aber da der Boden damals unfruchtbar war und jetzt fruchtbar geworden ist, neue Materie aus dem Boden stammend nicht dazu kam, so kann es nur die Form seyn, welche den Materien zur Fruchtbarkeit gegeben wurde und der Zusatz der von der Luft genommenen Nährstoffe, die in den Abfällen gleichfalls dem Boden zuwandern, Kohlenstoff und stickstoffhaltige Substanz.

Welche bedeutende Massen von Bodenbestandtheilen mit dem Holze dem Boden entzogen werden, zeigt folgende Rechnung.

Man entfernt bei einem 80jährigen Föhrenbestand, den man fällt, und bei einem jährlichen durchschnittlichen Zuwachs von nur ½ Klafter, also bei 40 Klafter, die lufttrockene Klafter zu 28 Ctr. und letzte Aeste und Nadeln dazu gerechnet, 2400 Pfd. Aschenbestandtheile, von 1 Klafter 60 Pfd. Asche gerechnet. In diesen 24 Ctr. gehen aus dem Walde, d. h. werden dem Boden genommen:

252	Pfund	Kali
225	„	Natron,
1109	„	Kalk,
334	„	Magnesia,
74	„	Eisenoxyd,
108	„	Phosphorsäure,
72	„	Schwefelsäure,
25	„	Chlornatrium,
201	„	Kieselsäure,
2400	Pfund.	

(Nach Levi's Analyse im ehem. Gießener Laboratorium.)

Man hüte sich jedoch zu glauben, daß dieß alle Bodenbestandtheile wären, welche der Wald eines Tagwerks für 80 Jahre seines Wachsthums, d. h. um 1120 Centner lufttrockenes Holz zu bilden, gebraucht habe. Er hat zur Bildung der Blattorgane, die ihm inzwischen bis auf den Rest in den letzten drei Jahren abgefallen sind, noch viel mehr gebraucht, aber wir haben angenommen, daß sie dem Boden geblieben seyen, d. h. daß keine Waldstreu genommen wurde.

Gesetzt nun, es würden die Nadeln gleichfalls vollständig genommen, wie es denn durch Streurechen alle 5—6 Jahre auch oft wirklich geschieht, so erhält man bei einem 60jährigen Föhrenbestande im Mittel jährlich per Tagwerk $16^1/_2$ Centner lufttrockene Föhrennadeln, die $2^1/_2$ Procent Asche enthalten (Hartwig). Wenn nun auch unsere Föhren, die 80 Jahre alt werden, später immer das gleiche Quantum geben, so geben sie es doch sicher Anfangs nicht und die mittlere Zahl des Blättergewichtes ist noch nicht so wie beim Holzzuwachs ermittelt, da durch rasche Verwesung derselben während der großen Vegetationsperiode von 80 Jahren die Untersuchung sehr erschwert wird. Ich glaube, daß die Annahme von 15 Centner Nadeln im Durchschnitt von 1 Tagwerk per Jahr gerechtfertigt ist. Das gibt für 80 Jahre 1200 Centner lufttrockene Föhrennadeln, die bei 100° getrocknet in 100 Theilen $2^1/_2$ Procent Asche enthalten, was der geringste Ansatz ist, denn Fichtennadeln werden mit 6 Procent, Laubholzblätter mit 8—11 Procent eingestellt. Es gäbe dieß für die ganze Vegetationsperiode 30 Centner Bodenbestandtheile, die leider nicht näher zu bezeichnen sind, da mir eine brauchbare Analyse nicht bekannt ist.

Jedenfalls ist klar, daß dem Boden durch die Nadeln viel mehr Bestandtheile entzogen werden, als durch das Holz. Wenn man, wie einige Chemiker angeben, gar erst in bei 100° getrocknetem Föhrenholze nur 0,328 Procent, also etwa fünfmal weniger annehmen will (der Aschengehalt alten und jungen Föhrenholzes wechselt gewaltig), so werden mit den Nadeln mehr als sechsmal soviel Bodenbestandtheile dem Walde entzogen, als mit dem Holze, d. h. der Schaden des Waldstreurechens wird sehr klar.

Im Ganzen werden also durch unseren Föhrenbestand in 80 Jahren dem Boden 54 Centner Aschenbestandtheile entzogen.

Es gibt Wiesen, in Flußthälern, Thalmulden gelegen, wo sie

bald von den Flüssen, bald von den umliegenden Höhen oder Bergen Anschwemmungen erhalten, welche Wiesen niemals künstlich gedüngt, wohl aber alljährlich und zwar zweimal abgeerntet werden. Wir kennen solche Wiesen in Bayern, z. B. im Altmühl-, Itz- und Baunachsgrunde und an vielen andern Orten. Solche Wiesen tragen im großen Durchschnitt 40 Centner lufttrockenes Heu und Grummet. Vorausgesetzt, daß die Ernte aus Gräsern besteht, so werden einer solchen Wiese in 80 Jahren 3200 Centner lufttrockene organische Masse, welche bei 100° getrocknet, noch 2752 Centner mit 5,8 Procent Asche, also über 159 Centner Bodenbestandtheile enthielten, entzogen. Um nur die Hauptstoffe zu erwähnen, so kamen damit aus dem Boden etwa

8	Centner	Phosphorsäure,
4	„	Schwefelsäure,
7	„	Chlornatrium,
34	„	Kalk,
12	„	Bittererde,
38	„	Kali,
56	„	Kieselsäure,

(Nach Boussingaults Analyse eines Wiesenheues, Durchschnitt aus drei Untersuchungen.)

Eine Alpenwiese (Alm), die außer dem Mist der Weidethiere, der im besten Fall nur die Hälfte desjenigen ist, der von der Weide selbst herrührt, keine weitere Düngung erhält, liefert die Hälfte obigen Ertrages, also 20 Centner Heu jährlich, deren Aschenbestandtheile zur Hälfte gedeckt sind, die andere Hälfte beträgt in 80 Jahren 46 Centner auf 1 bayrisches Tagwerk; die gleiche Menge wird in derselben Zeit von Wiesen geliefert, welche nicht überschwemmt oder bewässert oder künstlich gedüngt werden, von schlechten Feldwiesen oder Hardtwiesen, von einmähdigen trockenen Wiesen.

Wollten wir nun zusammenstellen, was Wald und Wiese, sich selbst überlassen, ohne künstlichen Ersatz des Entzogenen, also ohne Düngung, dem Boden zu entziehen im Stande sind, was also auch im natürlichen Zustande in demselben zur Verfügung kommen muß, abgesehen von dem, was Luft und Regen an Mineralsubstanzen noch zuführen, so müßten noch die physikalische Beschaffenheit des Bodens und seine ursprünglichen Bestandtheile überhaupt, dann das Klima in Rechnung gezogen werden.

Da wo eine Fläche, als Wiese liegend, nur 10 Centner Heu per Jahr vom Tagwerk gibt, wird ein Föhrenwald auch nicht ½ Klafter Holz jährlich Zuwachs geben, ja nach Erfahrungen, die wir selbst machten, beträgt auf schlechten Hardtflächen mit seichten Krumen und Kies im Untergrunde der Holzzuwachs nebst Nadeln noch weniger als der Graswuchs. Man rechnet von letzterem 5 Centner per Jahr, von ersterem jedoch nur 2½.

Wir wollen aber gleiches Klima für beide voraussetzen, gleichen Bestand an Holz und an Gräsern und den guten Wiesen auch den hohen Waldertrag zur Seite stellen und dann ergibt sich Folgendes:

Der Ertrag von Föhrenholz nebst Nadeln entzieht in 80 Jahren 54 Centner. Die gute Wiese in 80 Jahren 159 Centner, die Alm in 80 Jahren 79,5 Centner.

Man sieht leicht, daß die beiden letzteren einigen Ersatz bekommen, und zwar die gute Wiese von den Flüssen reichlich, die Alm von den weidenden Thieren spärlich, und wir haben schon oben gezeigt, daß ohne Ersatz die letztern gleich einer einmähdigen Wiese zweiter Klasse nur etwa 46 Centner dem Boden entziehen.

Die Differenz zwischen 46 und 54 Centner, welche letztere der Wald ohne Ersatz liefert, ist bei solchen Rechnungen für sehr gering anzusehen und wir können mit Berechtigung behaupten, diese **natürlichen** Vegetationsflächen entziehen in gleicher Zeit ziemlich gleiche Quantitäten von Aschenbestandtheilen dem Boden.

Nehmen wir die mittlere Zahl 50 hiefür an, so treffen auf 1 Jahr 62 Pfund.

Aber das ist noch nicht die Gesammtmenge der im Boden ohne alle künstliche Zuthat oder Arbeit zur Verfügung gekommenen Pflanzennahrung, so weit solche nicht von der Luft kommt. Es kommt darauf an, zu erfahren, ob nicht viele sehr wesentliche Nährstoffe aus dem Boden mit den Meteorwassern während der 80 Jahre in den Untergrund gezogen sind?

Meines Wissens sind die von mir seit mehreren Jahren mit sogenannten Lösungsmessern (die etwas veränderte unterirdische Dalton'sche Regenmesser sind), angestellten Versuche zur Zeit noch die einzigen, die hierauf Antwort geben können.

Nach diesen Versuchen, deren Einzelnheiten anderwärts gegeben worden, sind (Ergebnisse der agrikulturchemischen und landwirth-

schaftlichen Versuchsstation des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern I. und II. Heft.) hat sich herausgestellt, daß von ungedüngtem, nicht bearbeiteten und bebauten Boden in den Untergrund trotz der großen Absorptionsfähigkeit des Bodens fast dreimal soviel Mineralbestandtheile, die sonst Pflanzennahrung sind, abgezogen sind, als in einer vollen Ernte dem Boden auf gleichgroßer Fläche entzogen werden.

Unsere jüngsten Versuche per Sommersemester 1857 ergaben weiter, daß bei fünf verschiedenen Bodenarten, theilweise gedüngt und mit Gerste besäet, die in den 1 Cubikfuß Boden enthaltenden Lösungsmesser eingesetzt waren, im Durchschnitt für jeden Quadratfuß 4,755 Gramm Mineralbestandtheile vom Wasser in den Untergrund, diesen nach 1 Fuß Tiefe als vorhanden angenommen, geführt wurden. Das macht für 40,000 Quadratfuß oder nahezu $1/3$ Hektare, 380 Pfund oder für 1 Hektare etwa 1000 Pfund, während im großen Durchschnitt durch eine Weizenerde

32,55	Kali,
3,32	Natron,
12,93	Kalk,
4,41	Magnesia,
20,31	Phosphorsäure,
20,58	Schwefelsäure,
129,25	Kieselsäure,
5,77	Chlornatrium und Chlorkalium,
229,12	Kilogramme,

oder 458 Pfunde, für $1/3$ Hektare oder nahezu ein bayrisches Tagwerk, also 152 Pfund, also nicht einmal die Hälfte dem Boden entzogen wird.

Zur bessern Uebersicht schalten wir hier die Tabelle von Fresenius ein.

Zur Lehre von der Erschöpfung des Bodens (nach Fresenius).

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen							Liefert Kilogramme.	
	Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Weizen im Korn	8,71	3,32	1,03	4,41	18,32	2,34	0,22	—	316,8	768,5
Weizen im Stroh	23.84	—	11,90	—	1,99	18,24	129,13	5,77	69,7	989,7
Weizen im Ganzen	32,55	3,32	12,93	4,41	20,31	20,58	129,35	5,77	386,5	1758,2
Roggen im Korn	6,14	1,88	1,06	2,72	11,84	1,58	0,42	—	197,1	871,2
Roggen im Stroh	15.26	—	8,03	2,13	3,38	6,12	57,21	0,73	46,0	1122,4
Roggen im Ganzen	21,39	1,88	9,09	4,85	15,22	7,70	57,63	0,73	243,1	1993,6
Gerste im Korn	13,29	4,28	2,60	6,85	30,39	2,75	24,68	0,38	315,53	1341,1
Gerste im Stroh	55,64	2,10	19,04	8,91	8,08	31,02	116,21	23,51	81,40	2385,0
Gerste im Ganzen	68,93	6,38	21,64	15,76	38,47	33,77	140,89	23,89	396,93	3726,1
Haber im Korn	8,36	—	1,59	5,24	10,07	3,95	31,98	0,35	242,9	991,2
Haber im Stroh	13,39	14,66	8,01	5,03	2,13	16,42	59,58	2,74	54,7	683,7
Haber im Ganzen	21,75	14,66	9,60	10,27	12,20	20,37	91,56	3,09	297,6	1674,9
Mais im Korn	5,80	5,80	0,48	6,37	18,74	?	0,29	—	386,0	?
Mais im Stroh	22,51	61,56	19,77	15,53	39,94	1,64	63,10	8,00	?	?
Mais im Ganzen	28,31	67,36	20,25	21,90	58,68	...	63,39	8,00	....	....
Hirse im Samen	7,27	0,99	0,65	5,81	13,81	0,26	45,28	1,08	?	?
Hirse im Stroh	24,83	2,77	23,47	14,74	1,20	31.04	87,30	2,15	?	?
Hirse im Ganzen	32,10	3,76	24,12	20,55	15,01	31,30	132,58	3,23	....	....

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Buchweiz. i.	Samen	2,89	6,64	2,20	3,43	16,53	0,72	0,22	—	128,7	778,6
	Stroh	6,63	—	14,06	25,81	5,76	4,33	2,79	3,13	?	?
	Ganzen	9,52	6,64	16,26	29,24	22,29	5,05	3,01	3,13	....	....
Erbsen im	Samen	10,13	2,02	1,49	2,38	9,36	3,03	0,14	0,60	258,8	553,0
	Stroh	14,40	7,20	55,87	10,65	12,38	14,13	22,32	8,06	376,5	659,2
	Ganzen	24,53	9,22	57,36	13,03	21,74	17,16	22,46	8,66	635,3	1212,2
Linsen im	Samen	10,56	2,90	1,92	0,75	11,02	3,13	0,40	2,31	340,0	635,9
	Stroh	12,38	—	60,14	3,50	14,15	1,16	20,22	2,42	?	?
	Ganzen	22,94	2,90	62,06	4,25	25,17	4,29	20,62	4,73	....	....
Feldbohn. i.	Samen	24,27	7,44	4,20	5,81	27,44	3,14	0,82	0,94	494,2	1028,68
	Stroh	9,48	8,23	22,53	4,41	7,48	8,57	7,00	0,24	?	?
	Ganzen	33,75	15,67	26,73	10,22	34,92	11,71	7,82	1,18	....	....
Wicken im	Samen	9,29	3,00	1,45	2,58	11,57	1,25	0,61	0,60	?	?
	Stroh	46,12	—	49,82	8,25	7,13	3,11	11,25	3,47	?	?
	Ganzen	55,41	3,00	51,27	10,83	18,70	4,36	11,86	4,07	....	....
Runkelrüb.	Rüben	111,30	4,27	19,95	12,54	17,13	7,50	22,82	24,25	612,0	4446,0
	Kraut	34,12	15,88	14,10	5,07	4,20	7,50	2,58	10,62	?	?
	i. Ganz.	145,42	20,15	34,05	17,61	21,33	15,00	25,40	34,87	....	....

	Die Ernte von einer Hektare (durchschn gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
	Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
W. Rüben: Rüben	112,20	3,57	35,70	12,75	33,15	42 48	12,75	12,75	555,0	354,0
W. Rüben: Kraut	21.14	1.50	18,27	5,32	1 13	10,29	4.40	2,33	?	?
W. Rüben: i. Ganz.	133,34	5,07	53,97	18,07	34,28	52,77	17,15	15,08	. . . .	. . . .
Kartoffeln: Knollen	100,44	—	6,51	17,11	27,90	13,78	11,16	10,78	524,9	3996,0
Kartoffeln: Kraut	2.26	1,13	32,48	5.38	6,45	4 74	33.68	2 57	90.4	?
Kartoffeln: i. Ganz.	102,70	1,13	38,99	22,49	34,35	18 52	44,84	13,35	615,3	. . . .
Reps im: Samen	19,02	1,39	11,48	9,84	36,08	24,11	0,65	0,08	?	?
Reps im: Stroh	31,51	10.31	43,93	5,73	14,32	21,96	2,86	55,39	?	?
Reps im: i. Ganz.	50,53	11,70	55,41	15,57	50,40	46,07	3,51	55,47	. . . .	. . . .
Hanf, ganze Pflanze	9,72	0,56	46,98	5,67	5,67	1,38	8,91	1,62	. . . .	. . . .
Flachs, " "	24,28	11,02	24,32	14,50	17,66	13,00	82,40	12,80	. . . .	. . . .
Tabak, Blätter und Stengel	60,76	1,14	92,82	29,04	10,92	10,37	28,71	23,53	. . . .	. . . .
Rother Klee	144,00	119,23	158,40	47,80	36,28	18,36	28,80	34,56	926,0	5637
Wiesengras	64,42	0.30	53,23	21,29	16,07	18,20	93,77	12,80	401,0	3606

Es ist also gewiß, daß schon im ungedüngten Boden das Doppelte und Dreifache der Mineralbestandtheile, die eine Pflanze braucht, und wäre sie selbst eine mit starken Ansprüchen, wie etwa Kartoffeln, Runkeln oder Tabak, zur Verfügung als Pflanzennahrung kommt.

Und dennoch gedeihen unsere Kulturpflanzen auf solchem Boden ohne Düngung nicht in gewinnreicher Weise.

Daraus folgt unwidersprechlich, daß:

1) entweder ein Vielfaches, und zwar ein Bedeutendes, von solchen Bestandtheilen der Pflanzen noch dazu gegeben werden muß, ein Ueberschuß gleichsam,

2) oder daß noch besondere Stickstoff- und Kohlensäurequellen den Pflanzen im Boden außer den in der Luft vorhandenen gegeben werden müssen,

3) oder endlich, daß ihnen eine bessere Benützung der klimatischen Einflüsse künstlich bei uns noch geboten werden muß, wodurch vielleicht in vielen Fällen ein und zwei ohnehin gegeben werden, wie dieß sicher in südlichen Ländern der Fall ist.

Aber es folgt nicht, daß die Mineralsubstanzen bedeutungslos für die Pflanzen seyen, insbesondere seitdem die Beziehungen zwischen ihnen und den organischen Substanzen nach Zahlen festgestellt sind.

Zur ersten Behauptung füge ich bei, daß dieß aus physiologischen Gründen sehr wohl begründet ist. Außer dem Nachweise von verschiedenen Gelehrten stützt sich dieselbe auf den physiologischen Satz, daß die Pflanzen nur an den Enden ihrer Wurzeln Nahrung aufnehmen, d. h. mit den sie umgebenden Nährstoffen des Bodens, gasförmigen oder flüssigen, in Beziehung treten können. Es ist klar, daß eine Pflanze, deren Wurzeln etwa 5 Zoll weit vom Stamm entfernt hinweg gewachsen sind, nur im Umfang des letzten oder $5\frac{1}{2}$ Zolles Nahrung aufnehmen können. Alles was außer oder inner dieses Kreises oder dieser Region sich ihnen bietet, ist für sie soviel wie nicht da. Aber die Enden dieser Wurzeln nehmen nicht bloß auf; sondern sie scheiden, wie das nach den Gesetzen der gegenseitigen Durchdringung seyn muß, auch aus und wirken selbst lösend und zersetzend auf die sie umgebenden Stoffe. „Sie bereiten sich selbst ihre Nahrung.“ Da sie diese nicht alle verbrauchen, so

liegt hierin der Grund, warum manche Pflanzen den Boden bereichern, die Bodenkraft mehren, nicht als wenn sie ihm mehr Mineralbestandtheile hätten geben können, als sie von ihm empfingen, sondern weil sie den Boden aufschloßen und für andere ihnen folgende Pflanzen besser vorbereiteten, als es geschehen wäre, wenn sie gar nicht auf dem Felde gewesen wären. Darum wird ein Lupinenfeld ebenso stark, wenn man die Ernte dem Boden nimmt, wie wenn man sie demselben einverleibt und darum bleiben die Kleearten für eine gewisse Zeit bodenkraftmehrende Pflanzen und eine öde, aber mit Wald bestockte Fläche wird trotz des Waldwuchses allmählig besser, als die ödgebliebene.

Eine Fläche Landes, die von Pflanzen entblößt ist, wird in längeren Zeiträumen nicht reicher, sondern ärmer an Bodenkraft, d. h. an pflanzennährenden Stoffen, weil von den von der Natur freigemachten trotz aller Absorptionskraft ein großer Theil in den Untergrund abgeführt wird, von den fehlenden Pflanzenwurzeln aber keine neuen freigemacht werden können. Ein Jahr lang brach gehalten nützt, zwei Jahre bessern nichts weiter und drei Jahre schaden.

Das Schwemmland am Euphrat und Tigris ist pflanzenleer, jetzt eine Steppe geworden, unfruchtbar, wie die Reisenden sagen und ehedem, als es kultivirt, aber nicht gedüngt war, so fruchtbar!

Dasselbe ist der Fall mit vielen Gegenden Italiens und Siciliens, Kleinasiens und selbst Aegyptens, wohin die Nilanschwemmung nicht mehr reicht. Wieder bearbeitet und bestellt werden diese Flächen auch ohne Dünger dort rasch wieder fruchtbar. Wald- und Wiesenflächen sind, umgebrochen, fruchtbar und für längere Jahre mit pflanzennährenden Stoffen versehen. Aber sie schwinden nach dem Anbau mit Kulturpflanzen um so rascher, je mehr diese in Anspruch nehmen, je geringer die Absorptionskraft des Bodens, je geringer die Verwitterungsfähigkeit desselben, je durchlassender er ist.

Unsere zweite Folgerung, daß künstliche Stickstoff- und Kohlensäurequellen im Boden neben den Mineralsubstanzen zu geben, nützlich seyn möge, harrt zwar noch fester Beweise durch Versuche, allein schon die Versuche einiger Botaniker und Chemiker scheinen zu beweisen, daß die Pflanzen den in einer gewissen Zeit in ihrem Wachsthum abgelagerten Kohlenstoff und Stickstoff nicht mit ihren

Luftorganen, sondern mit den Wurzeln aus dem Boden genommen haben mußten. In diesen konnten sie allerdings aus der daran so reichen Quelle, der Atmosphäre, kommen, allein es ist doch zu wahrscheinlich, daß die Verbindungen derselben als Kohlensäure, Ammoniak oder Salpetersäure im Boden künstlich gegeben viel rascher, reichlicher und daher auch wirksamer den Pflanzen zu gut kommen. Die Praxis, welche sich verführen ließ, zuletzt den Stickstoff als alleiniges Preismaß für alle Dünger anzunehmen, deutet gleichfalls dahin.

Wie ein Ueberschuß von Mineralsubstanzen, so wird ein solcher von aufnehmbaren Kohlensäure- und Stickstoffquellen aus denselben oben entwickelten Gründen im Boden nothwendig seyn.

Unsere dritte Folgerung endlich scheint allen zunächst nur für die kältere gemäßigte Zone berechneten Lehren der künstlichen Pflanzenernährung, die allerdings der wichtigste Punkt des Ackerbaues sind, den Grund zu nehmen, da nämlich unbestreitbar schon in der wärmeren gemäßigten Zone, noch mehr in der subtropischen und tropischen, nur ausnahmsweise künstliche Düngung zum Pflanzenbau angewandt wird und diese dennoch ohne jeglichen Ersatz seit Jahrtausenden mit Vortheil betrieben wird, dabei Niemanden zu läugnen einfallen kann, daß sie mit diesem Ersatz noch viel gewinnreicher seyn würde. Dort können Wiese und Wald in der Regel nichts für den Feldbau abgeben, weil sie einfach nicht existiren. Man kennt noch heutzutage im kulturalten Griechenland weder Wiesenheuernte noch Kunstfutterbau, geordnete Viehhaltung oder Einstreu, Mistwagen oder selbst Straßen, um ihn auf die Felder zu fahren, man hält in Ländereien ohne Bewässerung ein bis zwei Jahre Brache und dann erhält man zwei bis drei Jahre lang für Winterbau (Weizen oder Gerste) alljährlich sehr schöne Ernten, dazu bei ganz schlechter Bearbeitung im ersten Umbruch. Nur ausnahmsweise werden selbst Weinberge gedüngt, häufiger Baumwolle und Tabak, immer Melonen. Mit Bewässerung oder für Grüngerste wird gar nicht gebracht und alljährlich geerntet.

Zwei Drittheile der kultivirten Erdoberfläche tragen lohnende Ernten ohne alle Düngung und nur in den kälteren gemäßigten Zonen und zwar für hier nicht einheimische Kulturpflanzen ist Düngung zum lohnenden Ertrag mit Andauer nöthig, weßhalb wir schon früher sagten, der Dünger sey nur ein Verbesserungsmittel des Klima.

Werden also in den wärmeren Zonen mehr Pflanzennährstoffe in Luft und Boden geboten? oder haben die Pflanzen durch die Gunst des Klimas mehr Zeit oder Kraft, sie aufzunehmen und sich anzueignen? Wir denken, beides sey vorhanden.

Der große Reichthum an Bildung von Salpeter in wärmeren Ländern ist bekannt, eine reichlichere Verwitterung in Folge der Einwirkung großer Hitze auf die den Sommer über nackten Kulturländer, dann der sehr starken Einwirkung der Feuchtigkeit und Wärme überhaupt, ein äußerst günstiges klimatisches Verhalten gegenüber unserer Getreidearten, die dort alle nur Winterfrüchte sind, den Mais ausgenommen, der aber auch schon Dünger braucht und die den Winter über immer reichlich Regen bei mäßiger Wärme und nie unterbrochenen Wachsthum erhalten, das Alles scheint uns zusammenzuwirken, um das Gedeihen der Pflanzen auch ohne künstlichen Ersatz des von ihnen dem Boden Genommenen zu bewirken.

Die wärmere gemäßigte Zone der nördlichen Erdhälfte hat auch mehr durch Entwaldung, Versiegung der Quellen und Bäche und Alles damit Zusammenhängende an ihrer Fruchtbarkeit verloren, als durch Beraubung des Bodens an den nöthigsten pflanzennährenden Stoffen.

Um so nöthiger ist aber der künstliche Wiederersatz des dem Boden in unserem Klima Entzogenen, wenn man Letzteres zu bessern nicht im Stande ist. Die oben von uns aufgeführten Zahlen sprechen zu deutlich, um nicht alle unsere Aufmerksamkeit auf den rechten Ersatz zu lenken und von jener Irrlehre abzumahnen, welche glaubt, nur durch Zusatz von einem oder dem andern werthvollen Nährstoff auf die Dauer auszureichen, denn eben darin, daß der Stallmist sie alle enthält, liegt der größte Vorzug desselben.

Wenn aber der Landwirth etwas thun muß, was anderen Producenten nicht obliegt, wenn er seine Produktionsfaktoren wieder ersetzen muß, während zahllose andere Produktionszweige, wie der Bergbau und alle Gewerbe, welche freie Güter sich aneignen, welches aber könnte ganz ohne sie bestehen? dieß nicht zu thun brauchen, kann dann wohl noch immer in nationalökonomischen Schriften die Grundrente auf ein außerordentliches Geschenk wirksamer Naturkräfte zurückgeführt werden oder auf unzerstörbare oder unerschöpfliche Naturkräfte?

Wir halten solche Ansichten für gänzlich grundlos.

§. 34.

Erklärung der Wirkung der Dolenentwässerung (Drainage).

Kein Verbesserungsmittel der physikalischen Eigenschaften des Bodens hat neuerlich mehr Freunde gefunden, als die Entwässerung mittelst gebrannter Röhren, der Drainröhren. Man beabsichtigt damit nichts weiter, als die Entfernung eines die Erwärmung des Bodens stark hemmenden Körpers, des Wassers nämlich. Das Wasser entzieht dem vorher erwärmten Boden und der Luft Wärme, um verdunsten zu können, es macht ihn schon dadurch kälter und die Verdunstungskälte aller Moore und sehr nasser Landstriche ist bekannt. Das Wasser erwärmt sich selbst langsam und ist einer der schlechtesten Wärmeleiter, es theilt seine von oben durch die Sonne erhaltene Wärme den unteren von ihm durchdrungenen Bodenschichten fast gar nicht mit. Auf solchen Flächen sind Reife und Nachtfröste heftiger wirkend, als anderwärts.

Das bereits erkältete Grundwasser steigt aber, wenn es nahe der Ackerkrume ist, durch Capillarität auf, wenn auch nicht immer durch Druck von anderwärts bei neuem Zuflusse. Dieses aufsteigende Grundwasser ist aber in der Regel viel kälter als die Ackerkrume in der Vegetationszeit, nicht aber im Winter, in vegetationsloser Zeit.

Nicht minder fördernd für Bereitung von Pflanzennährstoffen und die Vegetation selbst ist die Anwesenheit atmosphärischer Luft im Boden. Anfüllung des letzteren mit Wasser schließt diese insoweit aus, als nicht schon Luft vom Wasser selbst absorbirt ist. Mangel an ungehemmter Lufteinwirkung stört den Gang der Verwesung organischer Körper so gut, wie jenen der Verwitterung anorganischer. Man denke an die Torfbildung in den Mooren! Durch die Entfernung des Wassers entstehen jene Räume im Boden, welche nunmehr von atmosphärischer Luft ausgefüllt, nicht bloß mehr Wärme hineintragen, sondern auch in der von uns oben schon angegebenen Weise thätig sind. Diese Wirkung ist jedoch nur vorübergehend und wird nach endlichem Zusammensetzen des Bodens nach der Bearbeitung nicht größer seyn als in jedem anderen, normalen Boden. Mittelst der Drainage eine immerwährende Cirkulation der Luft durch den Boden und damit ewig neue Befruchtung mittelst Zufuhr von Luftnahrung herstellen und damit selbst

den unfruchtbarsten Boden fruchtbar machen zu wollen, wie man aussprach, ist grundlos.

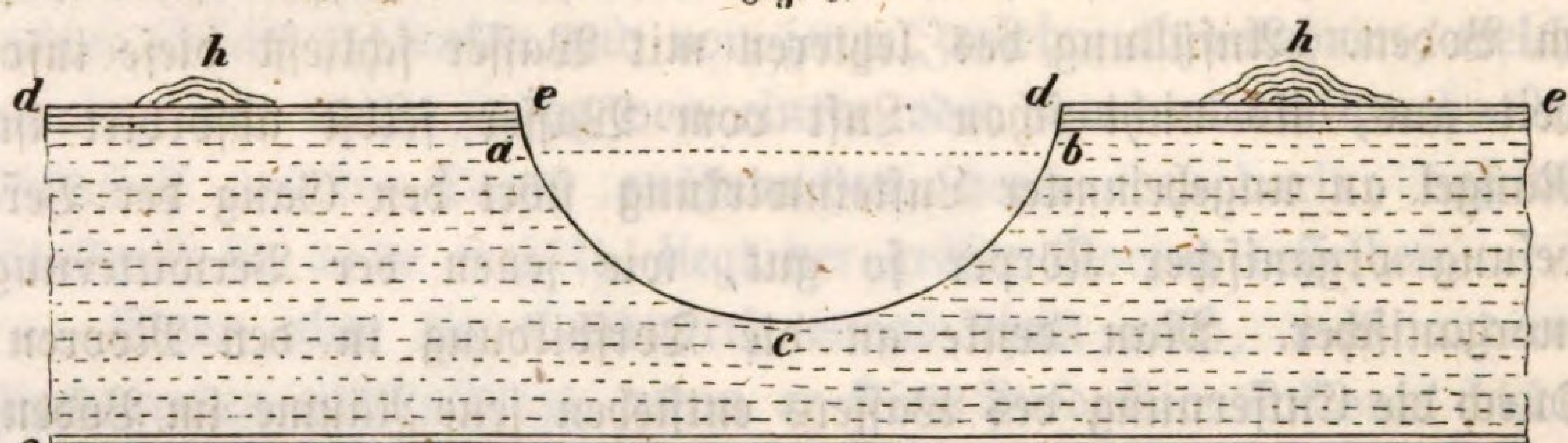
Ob durch Entziehung des Bodenwassers und Förderung der Durchsickerung, somit durch eine Art Auslaugung, leicht lösliche Pflanzennährstoffe in einer gegebenen Zeit mehr aus dem Boden, als im natürlichen Zustande, weggeführt werden, ist eine durch mehrere Analysen bereits nicht zu Ungunsten der Drainage beantwortete Frage. Da überdieß Ammoniak von den meisten Bodenarten laut Experiment sehr fest zurückgehalten wird, da auch eine stärkere Verwitterung die Folge der Entwässerung ist, so scheint hievon wenig zu fürchten zu seyn.

Für den technischen Theil der Dolenentwässerung ist die Kenntniß der Entstehung von Quellen, ihr Verhalten zum Grundwasser, die Bedeutung der wasserhaltenden und wasserdurchlassenden Schichten von hohem Werthe.

Bis ein Fluß sein mit Wasser durchlassendem Material ausgekleidetes Bett mit Wasser erfüllt hat, ehe der Ueberschuß als Fluß weiter strömen konnte, läßt sich in der ersten Zeit eine ziemlich lange Periode denken, von der Entstehung der Flußthäler begreiflich vorerst abgesehen.

Indessen hat der Dolenmann es am seltensten wohl mit Grundwasser der Flüsse, häufiger mit den anderen Arten der Entstehung von Quellen zu thun. Wir geben Folgendes zur Erläuterung.

Fig. 8.



a b der Isarspiegel, a c b das Flußbett, d e die seichte Ackerkrume, f g Wasser nichtdurchlassende Unterlage (Flinz, Tegel), h Thonhügel.

Alles Gerölle von d e bis f g ist mit Wasser durchdrungen und die Brunnen müssen bis in dasselbe und zwar unter das Niveau des Flusses abgeteuft werden, wenn sie Wasser geben sollen. Aber der Spiegel solcher unterirdischer Wassersammlungen (nappes

d'eau) ist nicht wie der eines See's horizontal, sondern neigt in der Richtung des sich fortbewegenden Hauptgewässers, des etwaigen seitlichen Abflusses und der möglichen noch anderweitigen das Niveau des Flusses überragenden Zuflüsse.

Quellen entstehen auch aus versinkenden Bächen und Flüssen. Je trockener die Jahreszeit ist, um so näher rückt der Ort des Versinkens nach dem Ursprung des Flusses hin, je nasser sie ist, um so mehr entfernt er sich davon; darnach also wechselt auch der Quellenzufluß.

Oft finden sich in der Gesteinsbildung Löcher, aus welchen nur zur nassen Jahreszeit Wasser ausfließen kann, wenn nämlich der Spiegel der Grundwasser so hoch gestiegen ist, daß er jene erreicht. So entstehen periodische Quellen.

Hier ist's begreiflich leicht, durch Vergleich der springenden Quellen zur nassen Jahreszeit mit dem niedrigsten Wasserstande der Senkbrunnen in der trocknen Jahreszeit das Niveau der unterirdischen Wassersammlung zu finden.

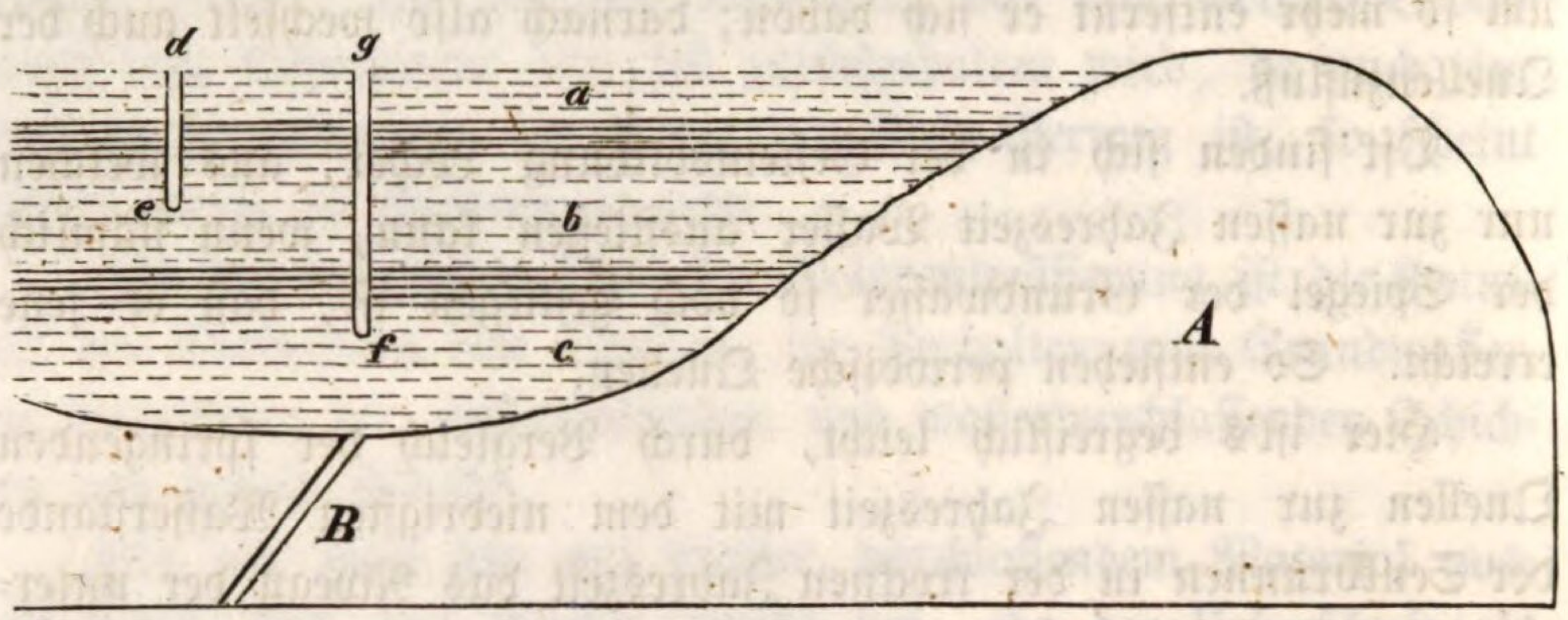
Je mehr man ein Thal, in welchem periodische Quellen vorkommen, abwärts verfolgt, desto näher kommt man jenen Quellen, deren Ausfluß auch in der trockensten Jahreszeit noch unter dem Niveau der unterirdischen Wassersammlung liegt, d. h. man findet permanente Quellen.

Quellen rühren von hochgelegenen Seen, deren Unterlage zerklüftet ist, her, vom Schmelzen des Eises und Schnee's der Gletscher, wo sie denn auch oft nur periodisch sind, aber die für den Dolenmann interessantesten sind vor Allem die am Abhang der Gebirge aus Spalten oder auf wasserdichten Unterlagen ausfließenden Quellen.

Die Meteorwasser schlagen sich auf Gebirgen in viel größerer Masse als in Thälern und Ebenen nieder (Condensation der aufsteigenden Dünste in den kälteren Höhen, Anziehen und Aufhalten der Wolken, Bewaldung). Diese Wasser fließen entweder oberflächlich ab oder dringen bis auf wassernichtdurchlassende Schichten ein, sammeln sich hier und fließen nach der Neigung der wasserdichten Unterlage ab, als Quellen an Berghängen erscheinend. Eindringende Spalten alteriren oft viel. Der Widerstand der Erdbedeckung und die Form der Hänge und Thäler, vorzüglich aber das Streichen ihrer wasserdichten und wasserdurchlassenden Schichten

ändern noch mehr im Hervorkommen der Quellen. Weil in der Nähe der Bäche und Flüsse das Niveau in der Regel am tiefsten ist, die Bedeckung wasserdichter Lagen oft fehlt, dagegen Sand und Gerölle vom Abschlemmen übrig blieb, so kommen hier meistens Quellen zum Vorschein. Klar ist, daß durch die Schichtenlage bewirkt werden kann, daß Quellen aus der Tiefe aufsteigen können.

Fig. 9.



A sey der emporgehobene Berg, auf welchen das Meteorwasser fällt. Es dringt in die wasseraufnehmenden Schichten a b c ein und wird, wenn es nicht an Hängen abfließen kann, gespannt werden, d. h. die ganze Schichte erfüllen. Entsteht künstlich (artesischer Brunnen) oder natürlich bei d e eine Oeffnung, so bildet sich eine aufsteigende Quelle. Hätte die Schichte c einen unterirdischen Abfluß (Spalte B) und man wollte Wasser aus a, das ohne Abfluß ist, entfernen, so könnte man durch Bohren eines negativen artesischen Brunnen bei f g helfen.

II.

Feuer.

§. 1.

Verbrennen.

Man erzählt, daß die ersten Menschen durch einen Blitzschlag, der einen Baum entzündete, erst das Feuer kennen gelernt hätten. Eine mehr poetische Sage ließ es durch Prometheus vom Himmel holen und Roms vestalische Jungfrauen wahrten mit Lebensgefahr die heilige Flamme. Daß die Sonne selbst durch ihre Strahlen da und dort brennbare Gegenstände entzündet habe, wie dieß von Waldbränden zuweilen gesagt wird, ist nicht zu glauben, wie wir, auf eigene Versuche zum Theil gestützt, auch nicht annehmen, daß sich eine halbtrockne Masse wie Heu oder Stroh in Folge der Gährung von selbst entzünde, es mag nun Eisen oder Stahl darin stecken oder nicht. In all diesen Fällen erreicht die Wärme, wenn auch dem menschlichen Gefühle unleidlich, doch nicht die Höhe, die zum Anbrennen nothwendig ist.

Was ist denn „Brennen?"

Wenn ein Stück Papier, Holzsplitter oder Leinwand, alles Pflanzenzellen, auf eine geheizte eiserne Ofenplatte gelegt wird, so bräunt sich dasselbe oft nach einiger Zeit, endlich beginnt es zu glimmen, zuletzt schlägt es in Flammen auf, bildet eine Kohle und mehr oder weniger Asche bleibt zurück.

Dasselbe Papier, Holz oder Leinwand, Jahr und Tag an der Luft und im Wasser gelegen, wird auch schwarz, brüchig und hinterläßt zuletzt Asche. Im letzten wie im ersten Falle ist es verbrannt, im ersten schnell, im letzten langsam, und das letztere

nennt man gar nicht mehr verbrennen, sondern verwesen, bloß weil der Akt langsamer und ohne Feuer und Flammen vor sich ging.

Die Alten glaubten, jeder brennbare Körper bestehe aus einem eigenthümlichen, auch wägbaren Princip der Verbrennlichkeit, das sie Phlogiston oder Brennstoff hießen, und einer sauern oder erdigen Substanz. So die Kohle aus Phlogiston und Erde (Asche).

Die Neueren wissen, daß sich das Wägbare im Sauerstoffgas mit allem Wägbaren des brennenden Körpers bei der Verbrennung vereinigt, und daß der verbrannte Körper genau so viel wiegt, als verzehrtes Sauerstoffgas und verbrannter Körper zusammen.

Der geruch- und geschmacklose Sauerstoff, der als Gas zu 21 Procenten dem Maße nach der Luft beigemengt ist, hat eine große Neigung, sich mit fast allen einfachen Stoffen, insbesondere allen elektropositiven, zu verbinden und dabei Licht und Wärme zu entwickeln. Ist die Verbindung von der Erscheinung des Feuers begleitet, wie wenn Holz, Papier oder Leinwand auf der Ofenplatte sich entzünden, so heißt dieß „verbrennen.“ Am wenigsten gern verbindet sich Jod, Brom und Chlor, auch Stickstoff mit dem Sauerstoff, ja die ersteren machen es ihm sogar ähnlich, d. h. sie verbinden sich auch mit den anderen einfachen Stoffen, oft selbst unter der Erscheinung des Feuers.

Manche Stoffe verbrennen schon bei niederer Temperatur, z. B. der Phosphor, der bei 25° C. raucht, d. h. langsam verbrennt und sich bei 60° erst lebhaft entzündet.

Platindraht und Platinschwamm befördern oft die Verbindung des Sauerstoffes mit anderen Körpern.

Wenn der verbrennende Körper nicht in den elastischen flüssigen oder flüchtigen Zustand übergeht, so glüht er bloß; wird er aber flüchtig, d. h. Dampf oder Gas und er verbindet sich heftig mit Sauerstoff, so entsteht die Flamme. Die Flamme besteht aus einem inneren und äußeren Theil. Der innere Theil besteht aus einem mehr dunklen, weniger heißen Raum, mit dem sich entwickelnden Gas gefüllt. Der äußere Theil ist die Grenze, wo Sauerstoff und das brennbare Gas zusammentreten und das Feuer selbst, das Licht ausstrahlt. Außen am Rande ist's am heißesten, da nämlich, wo die Vereinigung stattfindet. Die Flamme selbst hat eine um so größere Leuchtkraft, je mehr feste Theilchen sie enthält

und je heller glühend (weißglühend) sie werden. Diese festen Theilchen kommen von dem verbrennenden Körper, entweder als neue Verbindung des Stoffes mit dem Sauerstoff oder nur mechanisch fortgerissene und glühend gewordene Kohlentheilchen, die sich als Ruß absetzen, wenn sie nicht verbrennen. Es kommt darauf an, recht viele solche feste Theilchen in die Flamme zu bringen, aber auch zu verbrennen. Die Kerzenflamme hat in der Mitte am Dochte das Gas des sich zersetzenden Talges, außen herum die von weißglühendem Ruß helle Flamme und ganz am Rande, vorzüglich nach unten zu eine hellere, bläuliche Grenze, welche die Stelle bezeichnet, wo der Sauerstoff zu dem brennbaren Gase tritt. Wenn man Luft in den inneren Raum bläst, dann wird diese Grenze nach innen verlängert und so erhält man einen bläulichen Kegel durch das Einblasen mit dem Löthrohre, der an seiner Spitze am heißesten ist.

In verdorbener Luft, in Zimmern, wo viele Menschen sich ohne Luftwechsel befinden, in Kellern oder Brunnen, geht das Verbrennen schlecht vor sich, Lichter erlöschen oder brennen trübe, weil wenig Sauerstoff und dazu mit nicht brennbaren Gasen gemischt zugegen ist. Er ist gleichsam zu sehr verdünnt.

Schwefel und Phosphor brennen fort, wenn sie einmal entzündet sind, aber glühendes Eisen verlöscht bald, wenn die künstliche Erhitzung nicht fortdauert. Das kommt davon her, daß das Eisen nicht so viel Wärme aus sich fort entwickeln kann, als es an die Umgebung abgibt, wohl aber können dieß Phosphor und Schwefel, die somit immer auf der zum Verbrennen nöthigen Temperatur bleiben.

Glühende Kohlen, wenn auf kalte Eisenplatten geschüttet, verlöschen rasch, weil ihnen das Metall die nöthige Wärme rascher entzieht, als sie solche zu ersetzen vermögen.

Bläst man in das Feuer, so brennt es besser, weil man mehr Luft, d. h. mehr Sauerstoff zugeführt hat.

Man löscht das Feuer, indem man den Zutritt des Sauerstoffes hindert, z. B. durch Wasser, gewisse Salze &c. Auch starke Luftbewegung, welche die Wärme oder den Gasstrom ablenken, macht oft brennende Körper verlöschen. Man bläst so ein Licht aus.

Wenn sich der Sauerstoff mit anderen Stoffen ohne Feuer verbindet, so heißt man dieß bei unorganischen Stoffen Oxydation,

die neue Verbindung heißt Oxyd, der Sauerstoff selbst heißt auch Oxygen. Der Eisenrost ist ein solches Oxyd — Eisenoxyd.

§. 2.

Wärme.

Man stellt sich gewöhnlich die Wärme als einen unwägbaren Stoff vor, der die Körper durchdringt und durch verschiedene Einwirkungen (z. B. eben die Verbindung des Sauerstoffes mit den Körpern) daraus entwickelt wird. Allein es lassen sich daraus nicht alle Erscheinungen der Wärme erklären. Andere meinen, die Wärmeentwicklung gehe durch Aetherschwingungen, wie die des strahlenden Lichtes, vor sich. Aber das kürzeste ist, da wir von Wärmestoff noch so viel wie nichts wissen, zu sagen, man verstehe unter Wärme den Stoff, von dessen Uebergang in uns wir das Gefühl von Wärme oder Hitze und von dessen Entweichung wir das Gefühl der Kälte ableiten.

Die Wärme ist ohne Gewicht und unsichtbar, sehr elastisch, durchdringt den leeren Raum, feste, flüssige und gasförmige Körper von ihrer Quelle an in gerader Richtung (strahlende Wärme) mit großer Geschwindigkeit.

§. 3.

Quellen derselben.

Außer der vorzüglichsten Wärmequelle, der Sonne, geben die chemischen Verbindungen, wie wir eben bei der Lehre von der Verbrennung gehört haben, die meiste Wärme. Ihnen wird auch die Wärme zugeschrieben, welche sich im Körper der Thiere und selbst der Pflanzen immer neu erzeugt.

Jedes Thier hat seine eigene Wärme, die es gegenüber der Wärme des Körpers (Luft, Wasser, Erde), in der es lebt, zu erhalten strebt.

So hat der Mensch immer und an allen seinen Körpertheilen im regelmäßigen Zustande 37° C., die Vögel aber 42° C. Man nennt dieß die Blutwärme und nimmt an, daß sie vom Zutritt des Sauerstoffes der Luft zu den verbrennlichen, vorzugsweise den kohlenstoffhaltigen Bestandtheilen des Blutes (die organischen Bestandtheile enthalten alle Kohlenstoff) verursacht werde. Wenn dieß auch vorzüglich in der Lunge geschieht, so doch nicht allein,

weil ja überall am ganzen Körper der Sauerstoff Zutritt findet, denn überall sind Poren und geht die Durchdringung gasförmiger Stoffe der Luft zu den flüssigen des Körpers vor sich. Das Blut besteht aus Wasser, in dem Eiweiß und Faserstoff, dann Salze gelöst sind, und in ihm schwimmen die Blutzellen oder Blutkügelchen, aber nirgends sind Kohlentheile vorhanden, auch nicht im schwarzen Blute. Der Kohlenstoff dieser organischen Bestandtheile des Blutes wird erst durch Verbrennen, kurz gesagt, durch die Analyse, sichtbar. Es ist doch noch durch das Experiment zu erweisen, ob durch Zutreten von Sauerstoff zu Fett, Eiweiß, Faserstoff u. s. w. in der uns bekannten Art, beim Athmen vorzugsweise, so viel Wärme frei wird, um die Wärme des Thierkörpers daraus allein abzuleiten.

Nicht bloß die Bewohner kalter Gegenden verzehren kohlenstoffreiche Nahrungsmittel in großer Menge, auch die Südländer thun es, wie dieß der häufige Oelgenuß, ja das Einreiben des Körpers mit Oel vielfach beweist.

Durch Zusammenpressen der Luft kann man Wärme erzeugen, auch durch Zusammenpressen oder Hämmern fester Körper, z. B. der Metalle, ebenso durch Reibung.

§. 4.

Wärmefähigkeit, Wärmeleitung, Wärmemessung.

Man braucht immer ein und dieselbe Menge Wärme, um z. B. 1 Pfund Eis zu schmelzen. Da unsere Wärmemesser von der Temperatur des Eises anfangen und bis zur Siedhitze des Wassers fortschreitend die Wärmegrade anzeigen, so ist die Wärme des krystallisirten oder gefrorenen Wassers = 0°. Man braucht, um es zum Schmelzen zu bringen, bei gleichem Gewichte auch immer gleiche Wärmemengen. Ebenso ist es, wenn man z. B. 1 Pfund Eisen von 20° auf 25° bringen wollte, oder um 1 Pfund Wasser zum Sieden zu bringen und dieses wieder in Dampf zu verwandeln. Man nennt nun die verhältnißmäßige Wärmemenge, welche die Körper nöthig haben, um eine gleiche Temperatur zu erhalten, die specifische Wärme derselben und nimmt die des Wassers, um vergleichen zu können, gleich 1 an.

Wie jeder Körper eine eigene Dichte hat, so hat er auch eine bestimmte Wärmemenge in sich, welche das Thermometer nicht

nachweisen kann und von der es abhängt, ob er noch mehr Wärme und wie viel aufnehmen kann. Die Fähigkeit dieß zu können, heißt Wärmecapacität oder Wärmefähigkeit und ist bei verschiedenen Körpern verschieden, auch bei denselben Körpern, die eine veränderliche Wärmefähigkeit haben (z. B. das Platin). Das Wasser hat eine gleichbleibende.

Ein Körper hat also eine größere oder geringere Wärmefähigkeit, je nachdem bei gleichem Gewichte oder auch Volumen (letzteres gibt bloß die relative Wärme) mehr oder weniger Wärme nöthig ist, um eine bestimmte Temperaturänderung (z. B. eine Erhöhung nur um einige Grade) in ihm hervorzubringen.

Jedermann weiß, daß ein Eisenblech und eine Wasserfläche, beide denselben Sonnenstrahlen dieselbe Zeit ausgesetzt, sich sehr verschieden erwärmen. Gesetzt nun, das Eisen wäre um 36° C. (fast die Blutwärme) in der Sonne warm geworden und man brächte 1 Pfund davon zu 1 Pfund Wasser, das eben aus Eis geschmolzen ist und nur 0° C. zeigt, und allem sonstigen Wärmeverlust wäre vorgebeugt, so erwärmte sich das Wasser nur um 4° und das Eisen behält dieselbe Menge von 4°, gibt also 32° ab. Diese 32° Wärme des Eisens konnten das Wasser nur um 4° erwärmen, also um den achten Theil, denn $4 \times 8 = 32$. Das Wasser hat also die Fähigkeit, 8mal mehr Wärme in sich aufzunehmen als das Eisen, denn es muß ihm offenbar 8mal so viel Wärme zugeführt werden, als dem Eisen, um es bei gleichem Gewichte mit letzterem auch auf gleiche Temperatur zu bringen.

Nimmt man nun die Wärmefähigkeit des Wassers $= 1{,}000$ an, so ist die des Eisens $\frac{1{,}000}{8} = 0{,}1200$ (genauer gerechnet $= 0{,}110$). Blei hat nur 0,029, Wasserstoffgas aber 3,293.

Wenn man die specifische Wärme eines Elementes mit seinem Atomgewichte multiplicirt, so erhält man fast immer denselben Werth.

Man hat viele verschiedene Methoden, um die specifische Wärme der Körper zu bestimmen.

Es ist bekannt, daß ein erwärmter Körper, in einen Raum gebracht, in dem er durch Strahlung erkalten kann, um so langsamer erkaltet, je größer seine specifische Wärme ist, weil er lange braucht, bis er seine größere Wärmemenge abgegeben hat, gegenüber einem Körper, der weniger hat. Ein gewogener und bis zu

einer bestimmten Temperatur erwärmter Körper wird in ein mit Eisstücken gefülltes Gefäß (Calorimeter) gebracht, wo er denn, seine Wärme ausstrahlend, das Eis schmelzen wird. Aus der Menge des geschmolzenen Eises erfährt man die jeweilige Wärmemenge, die der Körper abgab, und durch Vergleichung mehrerer Körper mit einander erhält man in Reihen die specifische Wärme derselben.

Gesetzt, man brächte 1 Pfund Eisen auf 100° C. erhitzt in das Eisgefäß und ließe es hier, bis es sich auf 0° abgekühlt hat, so würde man 0,146 Pfund Wasser von geschmolzenem Eis von 0° finden. Das Eisen hat aber seine 100° Wärme verloren. Würde das Eisen nach Verlust von nur 1° C. durch das Eiswasser controlirt worden seyn, so würde sich nur der 100ste Theil oder 0,00146 Pfund Eiswasser gefunden haben.

Die Wärme, welche von der Sonne ausgeht, durchdringt die Luftschichten, die höheren wie die tieferen, aber die höheren bleiben kalt, weil die Atmosphäre die Wärme dort nicht aufnimmt, wohl aber die Erdoberfläche, die noch obendrein einen Theil zurückwirft.

Steht man nahe an einem heißen Ofen, so fühlt man die Wärme empfindlich, die er von sich gibt. Stellt man einen Schirm dazwischen, so hört dieß Gefühl augenblicklich auf, was beweist, daß die Wärme ausstrahlt und nicht die ganze Luft gleichmäßig erwärmt hat; denn sonst könnte der Schirm nicht alle Wirkung plötzlich aufheben.

Daß man die Wärmestrahlen in Hohlspiegeln (Brennspiegeln) auffängt und auf den Brennpunkt eines anderen wirft, sammelt und dadurch hohe Wärmegrade dahinbringt, ist bekannt.

Aber die Körper vertheilen auch die Wärme, indem sie dieselbe in sich fortleiten und zwar sehr verschieden.

Einen brennenden Span, der lang wie eine Stricknadel ist, kann man noch recht gut in der Hand halten, eine am Ende glühende Stricknadel selbst aber nicht, das heißt also, im Holz wird die Wärme schlecht, im Eisen sehr gut fortgeleitet. Holz, Stroh, Haare, unsere Kleidungsstücke, Pflanzenstoffe, sind schlechte Wärmeleiter, d. h. sie halten warm; Metalle sind gute Wärmeleiter, sie machen kalt. Erde und Steine verhalten sich mittelmäßig. Auch Luft und Wasser, Schnee und Eis sind schlechte Wärmeleiter.

Ein Körper nimmt um so mehr Wärmestrahlen auf, je weniger dicht und je dunkler gefärbt er ist, zunächst an seiner Oberfläche.

Glatte Metallflächen strahlen viel weniger aus, wie z. B. Kienruß, aber die Metallflächen, vorzüglich polirte, werfen die Wärmestrahlen fast vollständig zurück, während sie der Kienruß einsaugt und dann ausstrahlt. Die Wärmestrahlen, welche ein Körper einsaugt, sind es, die ihn erwärmen. Werden sie nicht eingesaugt, sondern zurückgeworfen, so geschieht es wie beim Lichte, d. h. der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

Je stärker ein Körper Wärme einsaugt, um so stärker strahlt er sie auch aus.

Hat das Wasser in allen Theilen 100° C., so siedet es und ein Theil desselben geht mit Wärme verbunden in Dampf über. Dabei behält das siedende Wasser und der Dampf selbst immerfort die 100° C., bis alles verdampft ist, und alle neu hinzukommende Wärme dient nur, das Wasser in Dampf zu verwandeln.

Dasselbe geschieht, wenn Eis schmilzt. Das Eis zeigt 0°, das geschmolzene Wasser gleichfalls. Und doch hat es Wärme aufgenommen. Aber diese Wärme ist gebunden oder latent, wie man es nennt, und unmerklich für unsere Instrumente, wohl aber aus dem veränderten Aggregatszustande des Körpers erkennbar. Dabei entzieht also der Körper anderen Wärme und macht sie dadurch kalt. Das Wasser, auf heiße Körper geschüttet, verdampft, entzieht damit Wärme und macht die Unterlage kalt. Wenn der Dampf aber wieder Wasser wird, sich also verdichtet, so gibt er auch die Wärme wieder zurück, d. h. er erwärmt seine Umgebung. So fand man, daß die Wärmemenge, welche beim Uebergang eines Gewichtstheiles Wasserdampf von 100° C. in Wasser von 100° C. frei wird, hinreicht, um 540 Gewichtstheile Wasser in ihrer Temperatur um 1° zu erhöhen. Die Zahl der Wärmeeinheiten des Wasserdampfes gibt also für

100° Siedepunkt und
540° latente Wärme
―――――
640°

Die latente Wärme des Wassers beträgt 79°.

§. 5.

Wärmemesser.

Es ist schon gesagt worden, daß mit sehr wenigen Ausnahmen alle unorganischen Körper (die organischen folgen jedoch unter sehr

verschiedenen Nebenerscheinungen demselben Gesetze) durch die Wärme ihre Aggregatsform verändern.

Feste Körper werden durch sie flüssig (schmelzen), flüssige werden in Gasform verwandelt (verdampfen); und durch Entziehung der Wärme werden gasförmige flüssig und flüssige wieder fest. Im letzten Falle ziehen sich die Körper zusammen, im ersteren dehnen sie sich aus.

Auf diese Fähigkeit des Ausdehnens und Zusammenziehens hat man die Einrichtung gewisser Instrumente gegründet, welche den Grad der Wärme, die irgendwo frei vorhanden ist, angeben und die man Wärmemesser oder Thermometer für niedere bis zum Siedepunkt des Wassers in der Regel und nie über 320° C. gehende Grade nennt — und Hitzemesser oder Pyrometer für noch viel höhere Wärmegrade.

Das am häufigsten dazu verwendete Material ist Quecksilber und Weingeist. Wenn diese in ein Gefäß gebracht werden, welches wie etwa eine Kugel ringsum geschlossen ist und nur an einer Stelle eine röhrenförmige enge Verlängerung hat, so wird jede Erwärmung des Gefäßes das Quecksilber oder den Weingeist ausdehnen und in die Röhre aufzusteigen zwingen, da es sonst keinen Raum sich auszudehnen findet. Nimmt man nun zum Gefäß einen Stoff, der sich in der Wärme nur sehr wenig, kaum um's Merken ausdehnt, wie z. B. Glas, das noch obendrein durchsichtig ist, so ist das Steigen und Fallen des sich leicht ausdehnenden Körpers sehr leicht und genau zu beobachten. Das Steigen und Fallen desselben ist um so auffallender, je größer der Durchmesser des Gefäßes im Verhältniß zum Durchmesser der Röhre ist.

Nimmt man nun zwei feste Punkte des Steigens und Fallens an, den Gefrier- oder Eispunkt einerseits und merkt sich den Stand des Quecksilbers an, wenn es mit dem Gefäß etwa in schmelzendem Eise steht, dann den Siedepunkt des Wassers andererseits, den man sich wieder an der Röhre bezeichnet, so hat man einen Raum zwischen beiden Punkten, den man den Fundamentalabstand nennt und in beliebige Grade eintheilen kann, um die jeweiligen Wärmegrade, die zwischen Gefrier- und Siedepunkt des Wassers liegen, zu erfahren.

Réaumur hat diesen Abstand in 80° eingetheilt, Celsius in 100°, Fahrenheit in 180°.

Aber man hat auch noch gleichgroße Grade unter dem Eispunkt, den man sonst mit 0° bezeichnete, angebracht und das Zeichen — davor gesetzt, was man bei Quecksilber bis — 31° R. und — 39° C. thun kann, weil es dann gefriert (mit Weingeist geht es noch viel tiefer), ebenso über den Siedepunkt, aber nur bis 256° R. oder 320° C., weil dann das Quecksilber siedet, auch schon vorher sich in Dämpfe verwandelt.

Wenn man einen Thermometer kauft, muß man denselben erst in bei 28 Zoll Barometerstand siedendes Wasser bringen, dann in schmelzendes Eis, um zu sehen, ob er im ersten Fall seinen richtigen Siedepunkt, im zweiten seinen richtigen Eispunkt hat. Dann ist zu beachten, ob die Röhre überall gleichweit ist. Kehrt man die Thermometer um, so muß das Quecksilber fast ganz bis ans Ende der zugeschmolzenen Röhre sinken, zum Beweis, daß kaum eine Spur von Luft in der Röhre ist. Uebel ist's, wenn sich dabei die Quecksilbersäule trennt.

§. 6.

Die Heizung.

Was Verbrennung sey, ist oben schon erklärt worden. Es geht aus dem dort Gesagten hervor, daß zur Erhaltung des Verbrennens die dabei entstehenden Gase entfernt werden und frische Luft immer wieder zuströmen muß. Dafür nun sorgt die entstandene Hitze und die Flamme schon reichlich, indem die entstandenen Gase, obendrein erhitzt und die erwärmte Luft selbst als leichter, denn die kalte atmosphärische Luft, in die Höhe steigen, sich vom Verbrennungsherde entfernen und damit ein Zuströmen schwerer und kalter Luft und von damit verbundenem Sauerstoff bedingen.

Gute Feuerungen verlangen daher:

1) Ungehinderten Luftzutritt zum Brennstoff, also Roste über der Aschenthüre und unter dem Feuerraum.

2) Freien und raschen Abzug der Verbrennungsprodukte, wie Rauch und Gase.

Zu letzterem Zweck dienen die Kamine, in welchen möglichst geringe Reibung und Abkühlung stattfinden soll. Denn die Wärme im Kamine oder Schlote bedingt den Luftzug und man kann ohne Gefahr im Rauch zu ersticken nicht, wie oft gelehrt wird, alle Wärme, welche der Brennstoff liefert, benützen und gar keine in

den Schlot abziehen lassen wollen. Dennoch aber soll hierin sehr ökonomisch verfahren werden und die entstandene Wärme so lange zweckgemäß benützt werden, als es noch ohne Nachtheil für das Verbrennen selbst geschehen kann.

Werden z. B. Flüssigkeiten erwärmt, so ist erste Regel, daß dieß am besten geschieht, wenn von unten erwärmt wird, weil ein Wechsel der schweren, kalten und oberen mit den erwärmten, leichteren unteren Schichten besser so eintritt, als wenn das Feuer oben darüber striche. Denn das Wasser ist ein schlechter Wärmeleiter. Will man dabei verdampfen, so soll das Gefäß möglichst flach und wenig tief seyn, das Gegentheil begreiflich, wenn man nicht verdampfen will. Zugleich soll die Flamme das Gefäß möglichst lange umspielen, ehe sie in den Schlot tritt. Aehnlich verhält es sich mit der Erwärmung der Luft in Zimmern, denn auch die Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. In einem geheizten Zimmer treten wie im kochenden Kessel die erwärmten unteren Luftschichten von der Nähe des Ofens aus in die Höhe, sie kochen gleichsam auf, und in der Höhe des Zimmers ist es am wärmsten. Diese dünneren warmen Luftschichten suchen auch immer durch Fenster- und Thürenritzen zu entweichen und auf demselben Wege strömt auch immer wieder kalte schwerere Luft von unten ein oder sinkt von oben herab.

Die Zimmeröfen haben oft viele Durchsichten und Zugkanäle, damit einmal die wärmegebende Ofenfläche vermehrt wird, dann aber in den Zugkanälen möglichst alle Verbrennungsprodukte noch verbrannt werden und alle Wärme abgeben, ehe der Rest in den Schlot gelangt. Auch gute Wärmeleiter wie z. B. Gußeisen oder Eisenblech werden zu den Wänden der Oefen genommen, sehr mäßige Wärmeleiter aber, wie Thon, nicht minder, weil man auch in angenehmer Vertheilung die Wärme haben will, nicht gerade immer die größte Menge am schnellsten.

Wenn ein Zimmer luftdicht schlöße und von Wärme nicht leitenden Körpern an den Wänden umgeben wäre, so könnte die Summe von Wärmeeinheiten angegeben werden, die bei einem gewissen Quantum von Brennstoff und bekannter Ofenfläche nebst Beschaffenheit dieser gegenüber ihrem Verhalten zur Wärme für einen bekannten Cubikinhalt von Luft des Zimmers geliefert werden müßte, um dasselbe in eine angenehme, beliebte Temperatur zu

bringen und das Ofenheizen wäre dann wissenschaftlich geordnet und den Forderungen der Oekonomie entsprechend.

§. 7.

Destillation.

Dadurch, daß Flüssigkeiten sehr verschiedene Grade von Wärme brauchen, um zu sieden, wie z. B. das Wasser 100° C., der Weingeist 78° C., der Aether 35° C. — dadurch ist es möglich, sie von einander zu trennen, wenn sie gemischt sind. Sind Wasser und Weingeist mit einander gemengt, wie etwa im Biere oder im vergohrenen Trauben-, Zwetschgen-, Aepfel-, Kirschensafte oder in der Maische aus Kartoffeln oder Getreide bereitet, so wird, wenn man die Masse kocht, der zuerst zum Sieden kommende Weingeist schon stark verdampfen, während man an Wasser noch wenig merkt. Verstärkt sich die Wärme, so verdampft der Weingeist noch viel stärker und das Wasser beginnt. Leitet man die abziehenden Dämpfe durch abgekühlte Rohre, so verdichten sie sich und zwar die einen höheren Siedepunkt haben, also hier das Wasser, wieder zuerst, während der Weingeist erst zuletzt kommt.

Man nennt dieses Verdampfen und Auffangen von Flüssigkeiten destilliren, das Verdunsten der Dämpfe durch Abkühlung aber condensiren. Dampft man die erhaltene Flüssigkeit noch einmal ab, um möglichst viel Weingeist und immer weniger Wasser, weil dieses schwerer dem Ersteren folgt, zu erhalten, so heißt dieß rectificiren.

Eine jede Branntweinbrennerei läßt dieß in der Praxis leicht erkennen.

§. 8.

Dampfkessel — Dampfmaschine.

Der Wasserdampf enthält außer der Wärme von 100°, die das Wasser zum Sieden brachte, noch mehr als fünfmal soviel Grade, die gebunden oder latent, d. h. für unsere gewöhnlichen Instrumente unmerklich sind. Es ist klar, daß man mit dieser gebundenen Wärme wieder heizen kann, wenn man sie frei macht und an den Körper bringt, den man erwärmen will.

Wenn die Wärmemenge, welche dazu gehört, 1 Pfund Wasser, um 1° C. zu erwärmen, eine Wärmeeinheit heißt, so braucht

1 Pfund Wasser zum Sieden 100 Wärmeeinheiten oder dasselbe, was 100 Pfund Wasser brauchen, um von 0° C. auf 1° C. erwärmt zu werden.

Sollen nun 100 Pfund Wasser von 6° C. auf 66° C., also um 60° erhöht werden, so braucht man 100 × 60 = 6000 Wärmeeinheiten und wenn dieß durch Zumischen von siedendem Wasser geschehen soll, so beträgt dieses so viel, als dasselbe mit der stattfindenden Temperaturerniedrigung von 100° (hier 34°) multiplicirt die Zahl 6000 gibt, also, daß dadurch 6000 Wärmeeinheiten von heißem Wasser an das kältere übertragen werden.

Man braucht $\frac{6000}{34} = 176\frac{1}{2}$ Pfund heißes Wasser.

Will man dieß durch Wasserdampf erreichen, so denken wir sogleich, daß derselbe 540 Wärmeeinheiten latent enthält, die also zu den 100 Wassereinheiten des siedenden Wassers dazukommen. Das Gewicht des Wasserdampfes, multiplicirt mit 574 (540 + 34) muß 6000 geben.

Das Gewicht des erforderlichen Wasserdampfes ist demnach

$$\frac{6000}{574} = 10,4 \text{ Pfund.}$$

Man braucht also nicht ganz den zwanzigsten Theil des Wassers, wohl aber begreiflich in beiden Fällen gleichviel Wärme oder wärmeerzeugendes Material, Holz oder Kohlen.

Da Dämpfe elastische Flüssigkeiten sind, so haben sie eine Spannung. Diese Spannung läßt sich vermehren durch höhere Temperatur und vermindern durch das Gegentheil. Immer aber nur innerhalb gewisser Grenzen. Sie folgen dem Gesetze der Zusammenziehung bei zunehmendem Druck und abnehmender Temperatur nur bis zu einer gewissen Grenze und condensiren sich bald, viel leichter als die meisten Gase, von denen noch manche gar nicht condensirt worden sind. Die Spannkraft der Gase wächst mit dem Drucke immer fort, die der Dämpfe endet mit der Condensation derselben.

Jede Temperatur bewirkt auch eine bestimmte Spannung der Dämpfe, die Spannkraft derselben. Das Wasser verdampft schon als Eis, noch mehr in höheren Graden der gewöhnlichen Lufttemperatur. Wenn es aber an der Luft siedet und seine Dämpfe entweichen, so haben sie eine Spannkraft, welche dem auf der

Oberfläche lastenden Drucke gleich ist, d. h. gleich einer Atmosphäre. Jeder Dampf, der von siedenden Flüssigkeiten kommt, geschehe es auch bei viel niederer Temperatur und die schweflige Säure siedet bei — 10°, hat dieselbe Spannung, also Aetherdampf bei 35° C.

Ueber die Siedhitze hinaus kann Wasser nur in luftdicht verschlossenen Gefässen erwärmt werden. Dabei üben denn die eingeschlossenen Dämpfe Druck auf Wasser und Wandung aus.

Die Größe der Spannkraft der Wasserdämpfe wird erst wichtig, wenn sie von siedendem Wasser kommen und so zeigt sich dann folgende Scala, in welcher die Spannkräfte durch Atmosphären ausgedrückt sind.

Bei	100° C.	hat	Wasserdampf	Spannkraft	1	Atmosphäre.
	121,4	"	"	"	"	2	"
	135,1	"	"	"	"	3	"
	145,4	"	"	"	"	4	"
	153,1	"	"	"	"	5	"
	160,2	"	"	"	"	6	"
	166,5	"	"	"	"	7	"
	172,1	"	"	"	"	8	"
	177,1	"	"	"	"	9	"
	181,6	"	"	"	"	10	"
	200,5	"	"	"	"	15	"

Die Spannkraft der Dämpfe wächst in einem viel rascheren Verhältniß als die Temperatur und während eine Erhöhung um 21° C. zwischen 100° C. und 121° C. nur um 1 Atmosphäre die Spannkraft mehrt, wächst sie bei einer Mehrung um nur 10° C. bei 226° C. bis 236° C. schon um 5 Atmosphären.

Der Wasserdampf wird wegen seiner Spannkraft bekanntlich zur Bewegung anderer Körper oder als bewegende Kraft benützt. Die Watt'sche Dampfmaschine, die zur Zeit fast alle höhere Industrie und Communikation beherrscht, ist allbekannt.

Zum Verständniß derselben dient am besten das einfache Experiment, welches an einem Gläse, in das ein luftdicht schließender Kolben paßt, gemacht wird. Das Glas wird mit Wasser gefüllt, der Kolben, der die Luft entweichen läßt, eingesetzt und nun das Wasser erhitzt, indem man die Handhabe faßt. Der sich entwickelnde Wasserdampf hebt den Kolben. Wenn die heiße

Flüssigkeit nebst den Dämpfen in kaltes Wasser getaucht wird, so condensiren sie sich wieder und der Kolben sinkt herab. Neues Erhitzen treibt ihn wieder in die Höhe, neues Erkälten läßt ihn wieder sinken.

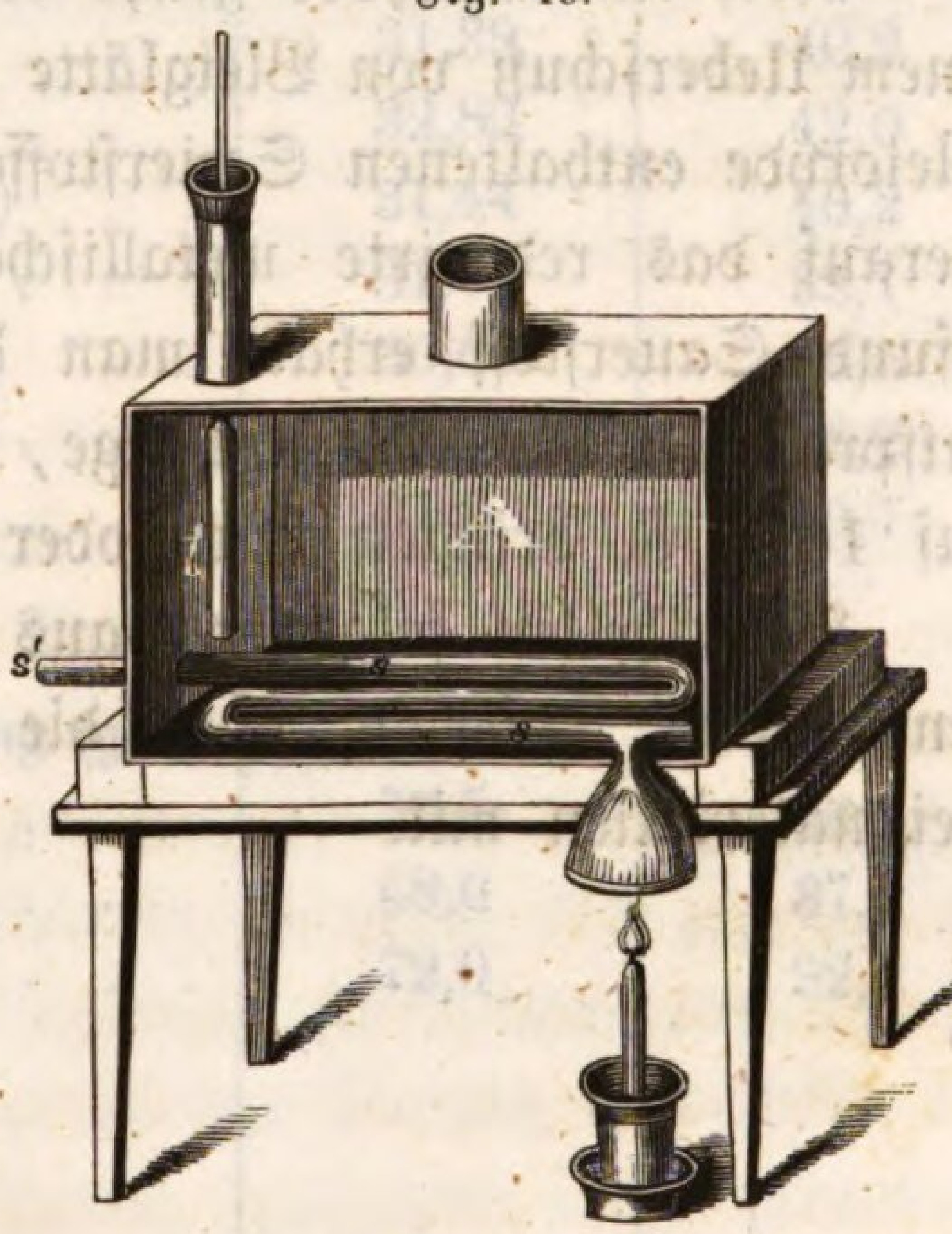
Dieses Heben und Senken macht Bewegung. Dasselbe findet bei der Watt'schen Dampfmaschine, nur in anderer Form und in viel größerem Maßstabe statt.

§. 8.

Heizkraft.

Es ist von großer Wichtigkeit, die Wärmemenge kennen zu lernen, welche ein Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltender Körper liefert, so wie den Verlust, der durch Verdampfung des Wassers dabei entsteht. Das Verfahren, dieß durch Schmelzen einer bestimmten Menge von Eis oder Erwärmung einer bestimmten Menge Wassers zu finden (calorimetrische Methode, zuerst von Rumford gebraucht) ist schon oben erwähnt worden. Neuerlich hat man nach Despretz auch aus dem Ergebniß der Elementaranalyse selbst die Verbrennungswärme zu berechnen gelernt. Despretz fand nämlich durch Versuche, daß 1 Pfund reine Kohle bei vollständiger Verbrennung zu Kohlensäure 78,15 Pfund Wasser von 0° auf 100° C. zu erwärmen vermag, daß aber 1 Pfund Wasserstoffgas beim Verbrennen mehr als dreimal so viel Wärme entwickelt, nämlich um 236,45 Pfund Wasser von 0° auf 100° C. zu bringen. Da nun im ersten Falle mit Zugrundelegung der Aequivalentenrechnung je 1 Aequivalent Kohlenstoff (75) sich mit je 2 Aequivalent Sauerstoff (200) zu Kohlensäure verbinden und $\left(\frac{200}{75}\right)$ also 1 Pfund Kohlenstoff mit 2,666 Sauerstoff zusammentreten, im zweiten Fall $\left(\frac{100 \text{ Aeq. O}}{12{,}5 \text{ Aeq. H}}\right)$ 8,0 Sauerstoff, so kam er zu der Annahme, daß die durch

Fig. 10.



Verbrennung erzeugte Wärme der Quantität des verbrannten Sauerstoffes entspreche, denn 2,666 : 8,0 = 1 : 3.

Wie sich Kohlenstoff und Wasserstoff getrennt verhalten, so auch verbunden, z. B. im Kohlenwasserstoffgas.

Bei der Berechnung der Kohlenstoff und Wasserstoff oder Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthaltenden Brennstoffe muß jedoch bemerkt werden, daß bei der Verbindung des in dem Körper bereits vorhandenen Sauerstoffes mit gleichfalls vorhandenem Wasserstoff oder Kohlenstoff keine Wärme entwickelt wird und die zur Verdampfung des etwa entstehenden Wassers oder der vorhandenen Feuchtigkeit nöthige Wärme in Abzug gebracht werden muß. Darum also gibt trockenes Holz vor frischem nicht bloß überhaupt mehr Wärme ab, sondern es gibt diese auch in viel kürzerer Zeit in schon geringer Menge ab, d. h. es heizt intensiv. Dieß wird durch Verkohlung, durch Wegschaffen auch eines Theiles von Sauerstoff am besten erreicht.

Noch eine Methode glüht den zu untersuchenden Brennstoff mit einem Ueberschuß von Bleiglätte so lang, bis er auf Kosten des im Bleioxyde enthaltenen Sauerstoffes völlig verbrannt ist und wiegt hierauf das reducirte metallische Blei. Für je vorhandene 2,666 Pfund Sauerstoff erhält man dabei 34,5 Pfund Blei und diese entsprechen einer Wärmemenge, welche 78,15 Pfund Wasser von 0° auf 100° C. bringen kann oder 78° Wärmeeinheiten.

Wir theilen folgende, aus Fresenius' Lehrbuch der Chemie genommene Tabellen über die Verbrennungswärme verschiedener Heizmaterialien mit.

Ein Pfund Brennstoff entwickelt Wärme, welche erhitzen würde	Pfunde Wasser von 0° auf 100.	Entwickelte Wärmemenge die des Kohlenstoffs = 100.
1. Holzarten:		
Eichenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . . .	31,82	40,7
„ gewöhnlich trocken (B)	28,30	36,2
Eschenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . . .	33,89	43,4
Ahornholz, dto. . . .	32,07	41,0
„ gewöhnlich trocken (B)	29,70	38,0
Buchenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . .	31,71	40,6
„ gewöhnlich trocken (B)	31,00	39,7
Birkenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . . .	31,90	40,8
„ gewöhnlich trocken (B)	31,70	40,6
Ulmenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . . .	32,84	42,0
Pappelholz, dto. . . .	29,54	37,9
Lindenholz, dto. . . .	32,80	42,0
Weidenholz, dto. . . .	29,67	38,0
Fichtenholz, dto. . . .	31,39	40,2
„ gewöhnlich trocken (B)	32,80	42,0
Tannenholz, mit 9 Procent Wasser (W) . .	31,44	40,2
„ gewöhnlich trocken (B)	31,00	39,7
Kiefernholz, mit 9 Procent Wasser (W) . .	30,06	38,5
Hainbuchenholz, gewöhnlich trocken (B) . . .	28,3	36,2
Erlenholz, gewöhnlich trocken (B)	31,0	39,7
2. Holzkohlen:		
Die einzelnen Arten fast ohne Abweichung (ganz trocken), Mittel (W)	75,7	96,9
Käufliche Kohlen, Mittel (B)	68,0	87,0
Ganz wasserfreie Kohlen, Mittel	72,0	92,2
3. Torfarten:		
Unter 24 Sorten aus dem Erzgebirge		
die geringste (W)	26,9	34,4
die beste	42,6	54,5
6 Sorten von verschiedenen Fundorten (B)		
die beste	34,9	44,7
die geringste	18,1	23,2
4. Torfkohlen:		
4 Sorten von verschiedenen Fundorten (B)		
die beste	58,9	75,4
die geringste	40,1	51,3

Ein Pfund Brennstoff entwickelt Wärme, welche erhitzen würde.	Pfunde Wasser von 0° auf 100.	Entwickelte Wärmemenge die des Kohlenstoffs = 100.
5 Braunkohlen:		
15 Sorten von verschiedenen Fundorten (B)		
die beste	57,3	73,3
die geringste	36,9	47,2
Mittel	45,1	57,7
21 Sorten von verschiedenen Fundorten (Kühnert, Regnault, Varrentrapp)		
die beste	63,9	81,8
die geringste	41,3	52,9
Mittel	51,2	65,5
6. Steinkohlen:		
a) Backkohlen:		
20 Sorten von verschiedenen Fundorten (B)		
die beste	72,0	92,2
die geringste	52,8	67,6
Mittel	63,7	81,5
b) Sinterkohlen:		
9 Sorten von verschiedenen Fundorten (B)		
die beste	61,6	78,8
die geringste	43,9	56,2
Mittel	54,2	69,4
c) Sandkohlen:		
3 Sorten (B)		
die beste	71,6	91,7
die geringste	50,3	64,4
Mittel	64,0	81,9
7. Coaks:		
4 Sorten (B)		
die beste	65,6	84,0
die geringste	50,3	64,4
Mittel	59,8	76,5

Die specifischen Gewichte, auf welche beim Verkohlen viel ankommt, theilt von vielen Holzarten folgende Tabelle mit:

Hölzer	Nach Hartig		Nach Winckler
	frischgefällt.	lufttrocken.	stark getrocknet.
Traubeneiche	1,0754	0,7075	0,663
Stieleiche	1,0494	0,6777	0,663
Baumweide (Salix alba)	0,9859	0,4873	0,457
Buche	0,9822	0,5907	0,560
Ulme	0,9476	0,5474	0,518
Hainbuche	0,9452	0,7695	0,691
Lärche	0,9205	0,4735	0,441
Kiefer (Pinus silvestr.)	0,9121	0,5502	0,485
Ahorn (Acer pseudoplatanus)	0,9036	0,6592	0,618
Esche	0,9036	0,6440	0,619
Birke	0,9012	0,6274	0,598
Fichte (Pinus abies)	0,8941	0,5550	0,493
Weißtanne (Pinus picea)	0,8699	0,4716	0,434
Erle	5,8571	0,5001	0,443
Linde	0,8170	0,4390	0,431
Schwarzpappel	0,7795	0,3656	0,346
Espe	0,7654	0,4302	0,418
Italienische Pappel	0,7634	0,3931	—
Saalweide	0,7155	0,5289	0,501

Allein daraus, daß man weiß, um wie viel näher oder entfernter von der Heizkraft des Kohlenstoffes, diesen = 100 angenommen, irgend ein Brennstoff stehe, kann man noch nicht auf seine besondere Brauchbarkeit zu gewissen Zwecken schließen. Denn bald will man z. B. sehr viele Wärme so rasch als möglich entbunden haben (Ziegelöfen, Backöfen ꝛc.) und dann werden lockere, leichte, harzhaltende, weiche Holzarten den Vorzug verdienen, bald will man allmählig kommende Wärme, bald nur lange glimmende Kohlen u. dergl.

Ein Brennstoff verbrennt um so schneller, je mehr **freien** Wasserstoff, nicht mit Sauerstoff verbunden, er enthält, denn jener heizt dreimal so gut wie Kohle und bildet nur Flamme. Man findet seine Menge, wenn man $^1/_8$ der Sauerstoffmenge (die **so viel** verbindet) von dem Gesammtwasserstoffgehalte abzieht.

Enthält ein Torf z. B. 60,44 Kohlenstoff, 5,96 Wasserstoff, 42,10 Sauerstoff, so ist $^1/_8$ des Sauerstoffes 5,26 und gibt von

5,96 abgezogen 0,70 Wasserstoff in schnellbrennbaren Verbindungen frei werdend.

Er verbrennt ferner um so schneller, je lockerer er ist und so den sich durch die Hitze entwickelnden Gasen Ausgang, dem Sauerstoff der Luft Zutritt gestattet. Somit muß er auch gut zertheilt seyn.

Ein Pfund lufttrockenes Holz enthält gewöhnlich noch 0,2 Pfund Wasser, was zu seiner Verdampfung also 108 Wärmeeinheit (1 Pfund = 540) braucht und obendrein erst auf 100° erwärmt werden muß. Frisches Holz enthält im Durchschnitt 0,4 oder fast die Hälfte Wasser.

§. 9.

Verkohlung.

Um nun das Wasser, dann einen Theil des Sauerstoffes im Holze selbst, mit Wasserstoff verbunden, zu entfernen und womöglich um Kohle und freien Wasserstoff zurückzubehalten, also das Holz in der Heizkraft zu verbessern, verkohlt man es. Man setzt es der Glühhitze aus, läßt die sich entwickelnden Gase entweichen und hält den Zutritt der Luft während der Erwärmung ab, d. h. man destillirt es trocken.

Das Holz wird dabei so zersetzt, daß sein Wasserstoff mit dem Sauerstoff großentheils und mit Kohlenstoff geringerentheils (Wasser, Kohlenwasserstoff, Kohlensäure 2c.) entweicht, immer aber sehr viel Kohlenstoff (Holzkohle) und etwas freier Wasserstoff, auch noch wenig Sauerstoff zurückbleiben.

Auch bei jeder Verbrennung von Holz im Ofen geht eine Verkohlung vor sich. Zuerst liefert es die Flamme, d. h. die entweichenden brennbaren Gase, die Kohlenwasserstoffe vorzüglich, ganz außen Kohlensäure. Während das Holz außen brennt, wird es innen nur erhitzt und in Folge davon entweichen die Gase, wie beim Kohlenmeiler, endlich hören diese auf, die Flamme erlischt, die nunmehr glühende Kohle bleibt zurück. Je mehr Sauerstoff und Wasserstoff ein Brennstoff enthält, um so mehr Flamme gibt er. Oel und Alkohol liefern beim Verbrennen nur Gase, sie lassen keine Kohle zurück. Der kohlenstoffreiche Anthracit brennt schwer an, glüht aber dann lange und stark.

Die Beschreibung der Holzverkohlung in Meilern und jene der Steinkohlen in Oefen (Verkooksung) gehört nicht hieher.

§. 10.

Die Luftwärme nach dem Klima.

Die Wärme in der Luft wie auf der Erdoberfläche, die Luft- und Bodenwärme, rühren fast ganz allein von der größten Wärmequelle unseres Planeten, von der Sonne, her.

Je nach der jährlichen und täglichen Bewegung der Erde erscheint uns der Sonnenstand verschieden und diese Verschiedenheit bekundet sich in den zwölf Sternbildern, welche den scheinbaren Weg der Sonne dabei bezeichnen.

Der Weg zieht sich durch einen größten Kreis, die Ekliptik, welche den Himmelsäquator unter einem Winkel von 23° 28′ schneidet. Da wo sie ihn schneidet, steht die Sonne (denn diese macht den Weg scheinbar) am 21. März und am 21. September, und vom März bis zum September steht sie auf der nördlichen, vom September bis wieder zum März auf der südlichen Halbkugel. Sie geht auf der letzteren nur bis zum 23° 28′ und kommt da am 21. December an, auf der nördlichen ebensoweit am 21. Juni. Wenn sie hier ist, so ist's Sommer bei uns, sie wendet sich (und man nennt den Parallelkreis des Aequators hier den Wendekreis des Krebses) und geht gegen Süden bis zum 21. December (Winter bei uns, Sommer dort), wendet wieder (Wendekreis des Steinbockes) und kehrt zu uns zurück. Daß dabei nur die Sonnenstrahlen verschieden auffallen, läßt sich denken. Unter dem Aequator fallen sie auf jeden Ort zweimal im Jahr ganz senkrecht und auch in der übrigen Zeit fallen sie zwischen den Wendekreisen immer ziemlich gerade auf die Erde, je weiter aber von den Wendekreisen ein Ort sich entfernt, um so schräger treffen ihn die Sonnenstrahlen, an den Polen am schrägsten, und zwar am meisten, je weiter die Sonne von ihnen entfernt ist, also für den Nordpol am meisten den 21. December. Je schräger aber die Sonnenstrahlen auf die Erde fallen, um so kälter ist Luft und Erde, je senkrechter, um so wärmer. Zwischen den zwei Wendekreisen, wo also die Sonne zweimal im Jahre ganz senkrechte Strahlen sendet, ist die heiße Zone oder der heiße Gürtel um die Erde, zwischen den Polarkreisen

(66° 32′) und den Polen selbst sind die zwei kalten Zonen, und zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen die zwei gemäßigten, in welchen die Jahreszeiten am deutlichsten sich unterscheiden. Je weiter vom Aequator entfernt, um so kälter wird der Ort. Die mittlere Jahrestemperatur schwankt unter dem Aequator (von 0° — 10° — 12° der Breite) im Niveau des Meeres auf 26—29° C.

Aber nicht bloß nach der jährlichen Bewegung der Erde, auch nach der täglichen vertheilt sich die Wärme verschieden auf der Erde. Nur am Tage fließt die Wärmequelle der Sonne der Erde zu, bei der Nacht gibt umgekehrt die Erde wieder Wärme an den Himmelsraum ab (Wärmeverlust durch Ausstrahlung).

Dieser Wärmeverlust ist um so größer, je länger die Nacht ist. Sie ist aber bei uns am längsten am 21. December (15—16 Stunden), am Aequator ist sich Tag und Nacht gleich, also auch der Wärmeverlust, aber am Polarkreise dauert die längste Nacht schon 24 Stunden, und am Pol ein halbes Jahr.[1]

Begreiflich entspricht aber diese Nachtlänge auch der Tageslänge, und bei längeren Tagen, d. h. längerer Einwirkung der Sonne bei uns, fallen ihre Strahlen auch gerade mehr senkrecht auf uns, also ist ihre Wirkung auch eine größere, und es kann in nördlichen Gegenden bei sehr großer Winterkälte doch auch sehr heiße Sommer geben. Der Unterschied zwischen Sommer- und Wintertemperatur oder der Wärme- und Kältegrade nimmt mit der Entfernung vom Aequator zu. Und doch wächst in Irland an Orten, die mit Königsberg gleiche Entfernung vom Aequator haben, die Myrthe im Freien, während sie in Königsberg unfehlbar erfriert, was gerade von da südlich gezogen nur erst wieder in Griechenland nicht mehr der Fall ist.

Das kommt davon her, weil die Vertheilung der Wärme auf der Erde nicht bloß von der Entfernung eines Ortes vom Aequator, oder der Neigung zur Sonne abhängt, sondern noch von sehr verschiedenen Einflüssen und zwar

a) von der Erhebung eines Ortes über die Meeresfläche,

b) von der Nähe von Meeren und den Strömungen derselben,

[1] Die größte bisher beobachtete Wärme in freier Luft ertrug Burkhard in Oberägypten mit 47,5° C., die größte Kälte bezeichnet Bak in Nordamerika mit — 56°.

c) von der Nähe von Wäldern, Mooren, Seen,
d) von der Windesrichtung,
e) von der Vertheilung der meteorischen Niederschläge.

Wärme und Feuchtigkeit zusammen mit allen sie beeinflussenden Umständen geben zuletzt alle jene Merkmale, die das bilden, was wir Klima nennen.

Um nun den einen Faktor des Klima, die Wärme, besser studiren zu können, muß sie mit guten Instrumenten, den schon oben beschriebenen Thermometern, beobachtet werden.

§. 11.

Tägliche, monatliche, jährliche Veränderungen der Temperatur. Mittlere Temperatur eines Ortes.

Um zu erfahren, welchen Gang die Wärmevertheilung und die Luft binnen 24 Stunden einhält, muß man etwa alle Stunden den Thermometer gut beobachten. Das Instrument muß hiezu entfernt von widerstrahlenden Flächen im Freien, wo kein Sonnenstrahl es trifft (etwa gegen Norden, im Schatten) aufgestellt seyn, und rasch abgelesen werden.

Es ist begreiflich sehr schwierig, alle Stunden des Tages und der Nacht dieß zu thun und man begnügt sich deßhalb mit nur einigen Beobachtungen, dabei man freilich Fehler erhalten kann. Man beobachtet noch mit Erfolg z. B. früh 7 Uhr, Mittags und Abends 10 Uhr und nimmt aus allen dreien das Mittel. Nach englischen Angaben fehlt man am wenigsten, wenn man früh 4 Uhr, Morgens 10 Uhr, dann Nachmittags 4 Uhr und Abends 10 Uhr beobachtet und die beobachteten Grade zusammengezählt, mit der Zahl der Beobachtungen, d. h. mit 4 theilt, um das Mittel zu erhalten.

Aus ziemlich langen Beobachtungsreihen hat man gefunden, daß die größte Wärme am Tage einige Stunden nach Mittag, die geringste Wärme aber früh kurz vor Sonnenaufgang sich zeigt. Es ist klar, daß mit den Sonnenstrahlen den Tag über bis zum höchsten Stand der Sonne immer mehr Wärme der Erde zufließt, als sie zurückstrahlt und daß gegen Sonnenuntergang zu bis zum Aufgang allmählig das Gegentheil eintritt.

Kennt man die mittlere Temperatur aller Tage eines Monates,

so darf man nur mit der Zahl der Tage die Summe der mittleren Tagestemperaturen theilen, um die mittlere Monatstemperatur zu finden. Theilt man die Summe der mittleren Monatstemperaturen mit 12, so erhält man die mittlere Temperatur des Jahres und nimmt man das Mittel aus einer möglichst großen Zahl von Jahrestemperaturen, so erhält man die mittlere Temperatur des Ortes, wo die Beobachtungen angestellt wurden.

Man fand so die mittlere Jahrestemperatur z. B. von Paris, indem man 14 Jahrestemperaturen

1,	10,5⁰
2,	11,1
3,	9,7
4,	11,9
5,	10,8
6,	10,3
7,	10,6
8,	10,5
9,	10,5
10,	9,9
11,	9,9
12,	9,7
13,	10,5
14,	9,6

$$\frac{145{,}5}{14} = 10{,}3^0$$

zusammenzählte und mit 14 theilte. Man erhielt so 10,3⁰. Als man aber 30 Jahresmittel gefunden hatte, ergab sich doch 10,8⁰. Ob der Gang der Wärme-Zu- und Vertheilung für größere Zeiträume, etwa für je 100 Jahre sich gleich bleibe, ist natürlich der Kürze unserer Beobachtungszeit wegen noch nirgends ermittelt.

Der Juli ist durchschnittlich der wärmste Monat bei uns und gehört in die Mitte des Sommers, der Januar der kälteste und paßt für die Mitte des Winters, so daß December, Januar, Februar praktisch die rechte Winterszeit, Juni, Juli, August die rechte Sommerszeit oder den landwirthschaftlichen Sommer ausmachen. Das ist nun freilich je nach Höhe, Lage 2c., noch mehr aber nach der Zone verschieden, aber für unser nördliches gemäßigtes Klima

in der Haupsache richtig. Man kann so bei uns den 26. Juli für den heißesten und den 14. Januar für den kältesten Tag des Jahres ansehen. Die mittlere Jahrestemperatur fällt dann in der Regel um den 24. April und 21. Oktober. Die Temperatur steigt nur langsam nach der Mitte Januar und der alte Spruch des kleinen Horn (Februar) zum großen Horn (Januar):

„Wär' ich so stark wie du,
Ich erfrör' das Kalb in der Kuh!"

bewährt sich sehr häufig. Rascher steigt sie im April und Mai, dann wieder langsamer bis Mitte Juli und eben so langsam nimmt sie ab, schneller im September und Oktober, bis sie nachher wieder langsamer gegen Mitte Januar zu fällt.

Daß zeitweise große Sprünge gegen diese mittleren Temperaturen auftreten und außerordentliche Wärme oder Kälte in ausgedehnten Erdstrichen auftreten und die einschneidendsten Folgen für die Landwirthschaft äußern, ist bekannt. Doch erstrecken sich solche abnorme Zustände in der Regel nicht auf die ganze Hemisphäre und gewöhnlich hat z. B. Amerika die den europäischen und asiatischen Witterungszuständen entgegengesetzten Verhältnisse. Die Grenzlinie der Abweichungen läuft zumeist von Norden gegen Süden, seltener von Osten nach Westen.

§. 12.

Linien gleicher Jahres- und Sommerwärme, gleicher Winterkälte.

Wenn Jemand von München aus, das ziemlich in der Mitte von Süddeutschland liegt, um die Erde reisen wollte, so würde er bei Untersuchung der mittleren Temperatur der Orte finden, daß sie, obgleich alle gleichweit vom Aequator entfernt oder auf demselben Breitegrade liegend, dennoch verschiedene solche Grade zeigen.

Die Höhe der Lage muß begreiflich dabei berücksichtigt und durch Rechnung abgeschätzt werden.

Man muß aber in Mitteldeutschland zwischen 640—700 Fuß steigen, bis man eine Abnahme der mittleren Temperatur um 1° beobachten kann. (In Großbritannien kaum 500 Fuß, in Südamerika über 1000 Fuß.) Im großen Durchschnitt nimmt man bei

600 Fuß Höhe die Abnahme der Temperatur um 1° C. an. Wenn also ein Ort am flachen Meeresufer mit einem andern, der landeinwärts 1800 Fuß hoch liegt, auf seine mittlere Jahreswärme geprüft werden soll, so müssen der letzteren 3° C. zu gut geschrieben werden. Der erste hätte z. B. 6,2° C., der andere hochgelegene nur 3,8° C., so müssen diese im Vergleich 3,8 + 3° C. = 6,8° C. bekommen.

Rom (41° 54′) und Newyork (40° 40′) liegen ziemlich auf gleichem Breitegrade, beide nahe am Meere, aber Rom hat bei 40° Breite 15° C. mittlere Jahrestemperatur und Newyork nur 12°.

Montpellier unter dem 43° nördlicher Breite hat aber auch 15° mittlere Jahrestemperatur wie Rom und Fort Johnston in Nordkarolina unter dem 35° Breite gleichfalls, und Nangasaki in Japan unterm 32. Breitgrade nur um 1° mehr und liegt doch fast 8 Breitgrade südlicher.

Wenn man die Orte gleicher mittlerer Jahrestemperatur mit einander durch eine Linie verbindet, so erhält man die sogenannten Isothermen, welche die Breitegrade vielfach schneiden.

Verbindet man mehrere Orte der Erde welche gleiche Sommerwärme haben, durch eine Linie miteinander, so erhält man die Isotheren, und geschieht dieß ebenso mit allen Orten, die gleiche Winterkälte haben, so erhält man die Isochimenen.

Orte mit gleicher Sommerwärme vertragen, soweit das Klima in Betracht kommt, auch gleichen Sommerbau, jene mit gleicher Winterkälte aber hängen doch noch von der Sommerwärme ab, ob diese ihre Frucht, landwirthschaftlich gesprochen, zeitigt.

Die Rebe erfriert nicht in England, aber sie reift keine Trauben, sie erfriert aber nicht selten schon in Ungarn und noch mehr am schwarzen Meer, aber sie gibt da überall gute Trauben. Sie erfriert im Freien um Moskau, wo doch bei 16° mittlerer Sommertemperatur Wassermelonen reifen, die es in London bei gleicher mittlerer Sommertemperatur niemals im Freien dazu bringen. Also kommt auch auf die Vertheilung der Sommerwärme nach Monaten schon viel an.

Gegen den Pol zu weichen in der nördlichen Halbkugel die Isothermen sehr von den Parallelkreisen ab und unter gleichen Breiten zeigt hier die mittlere Sommertemperatur der alten und neuen Welt große Unterschiede. Z. B.

Nördl. Breite.	Mittlere Jahrestemperatur der alten Welt.	Mittlere Jahrestemperatur der neuen Welt.	Unterschied.
40°	17,3 C.	12,5	4,8
50	10,5	3,3	7,2
60	4,8	—4,6	9,4

Auf der südlichen Halbkugel herrscht kein so großer Unterschied zwischen den Isothermen und den Parallelkreisen des Aequators, schon deßhalb, weil die Meere gegen das Festland vorherrschen, die Gewässer sich aber langsamer erwärmen und auch die Wärme langsamer wieder abgeben.

Die Isotheren weichen stets nach dem Pole, die Isochimenen nach dem Aequator von den Isothermen ab.

Unter gleichen Breiten rücken die Isotheren auf den Osthälften der Kontinente viel weiter gegen Norden als auf den Westhälften und da die Isotheren und Isochimenen immer entgegengesetzt ausweichen, so haben die östlich gelegenen Orte nicht bloß wärmere Sommer, sondern auch kältere Winter, die westlich gelegenen das Gegentheil. Den letzteren gleich verhalten sich Küstenländer, den ersteren gleich das Innere der Kontinente. Das See- oder Küstenklima hat kühlere Sommer aber weniger strenge Winter, das Festlandklima heißere Sommer und kältere Winter.

§. 13.

Die Schneegrenze.

Die Wärme nimmt, wie wir gehört haben, mit der Höhe eines Ortes ab. Man schreibt diese Abnahme der Verdünnung der Luft, einer schnelleren Verdunstung und größeren Ausstrahlung zu. Wenn dieß mit je 600 Fuß um 1° C. geschieht, so ist klar, daß bei einem Orte, der 8° mittlerer Sommertemperatur in der Ebene hat, ein Berg von 4800 Fuß Höhe nur mehr 0° mittlerer Sommertemperatur an der Spitze haben könnte, die gleichmäßig fortdauernde Abnahme vorausgesetzt. Es würde hier alles Wasser Eis werden, aller Regen als Schnee fallen. Verbindet man nun wieder alle Orte der Erde, an welchen der Schnee nie ganz verschwindet (ewiger Schnee), durch eine Linie, so erhält man die Schneelinie, welche in der heißen Zone am höchsten steigt, in der kalten gegen den Pol zu bis zum Meere herabsinkt.

Aber diese untere Grenze des immerwährenden Schnee's ist

wieder keine mathematische, den Meridianen entsprechende, sondern eine Wellenlinie, bald steigend, bald fallend, weil wie bei den Isothermen, Isotheren und Isochimenen sehr verschiedene Einflüsse sie bald da, bald dort verrücken. Sie liegt z. B. unterm

16° der Breite	in Peru bei	15,800′ par.
1° „ „	an den Anden (Quito) .	14,760′
18° „ „	in Mexiko	14,100′
42—43° „ „	am Kaukasus	9,900′
42—43° „ „	in den Pyrenäen . . .	8,400′
47—48° „ „	am Alpennordrand . . .	7,500′
68° „ „	Nordwestküste von Amerika	1,200′
71°, 10′ „ „	Nordkap	2,400′

Bei uns in Europa fällt die Temperatur nach den Höhen zu im Sommer schneller, als im Winter, am Tage mehr, als in der Nacht. Ausnahmsweise wächst bei geringen Höhen an Abhängen manchmal die Temperatur mit der Höhe.

In der heißen Zone schneit es in den Ebenen nie, aber auf den höchsten Gebirgen innerhalb der Schneegrenze, jedoch ohne besonderen Wechsel in der Temperatur. Darum schmilzt der Schnee nicht so sehr wie bei uns und es bilden sich keine Gletscher. Erst bei 40° nördlicher Breite schneit es in den Ebenen Europa's, in denen Amerika's aber schon unterm 30° nördlicher Breite. Doch fehlen Ausnahmen nicht und wir sahen selbst einmal unter 38° nördlicher Breite (Athen) am Meeresufer den Schnee drei Tage lang liegen.

Unter Zugrundlegung anderweitiger Erfahrungen hat man die Schneegrenze an der Nordseite der Alpen auf 8000 Fuß hinaufgerückt, Thatsache aber ist, daß schon bei 7100 Fuß im Hauptstocke der Allgäuer Alpen, bei einer mittleren Sommertemperatur von 1,23° die Schneegrenze fällt.

Jedermann, der einmal größere Reisen machte, beobachtete bald den Unterschied in der Vegetation, mehr in der natürlichen als in der künstlichen.

Wer einen hohen Berg besteigt, bemerkt dieß gleichfalls.

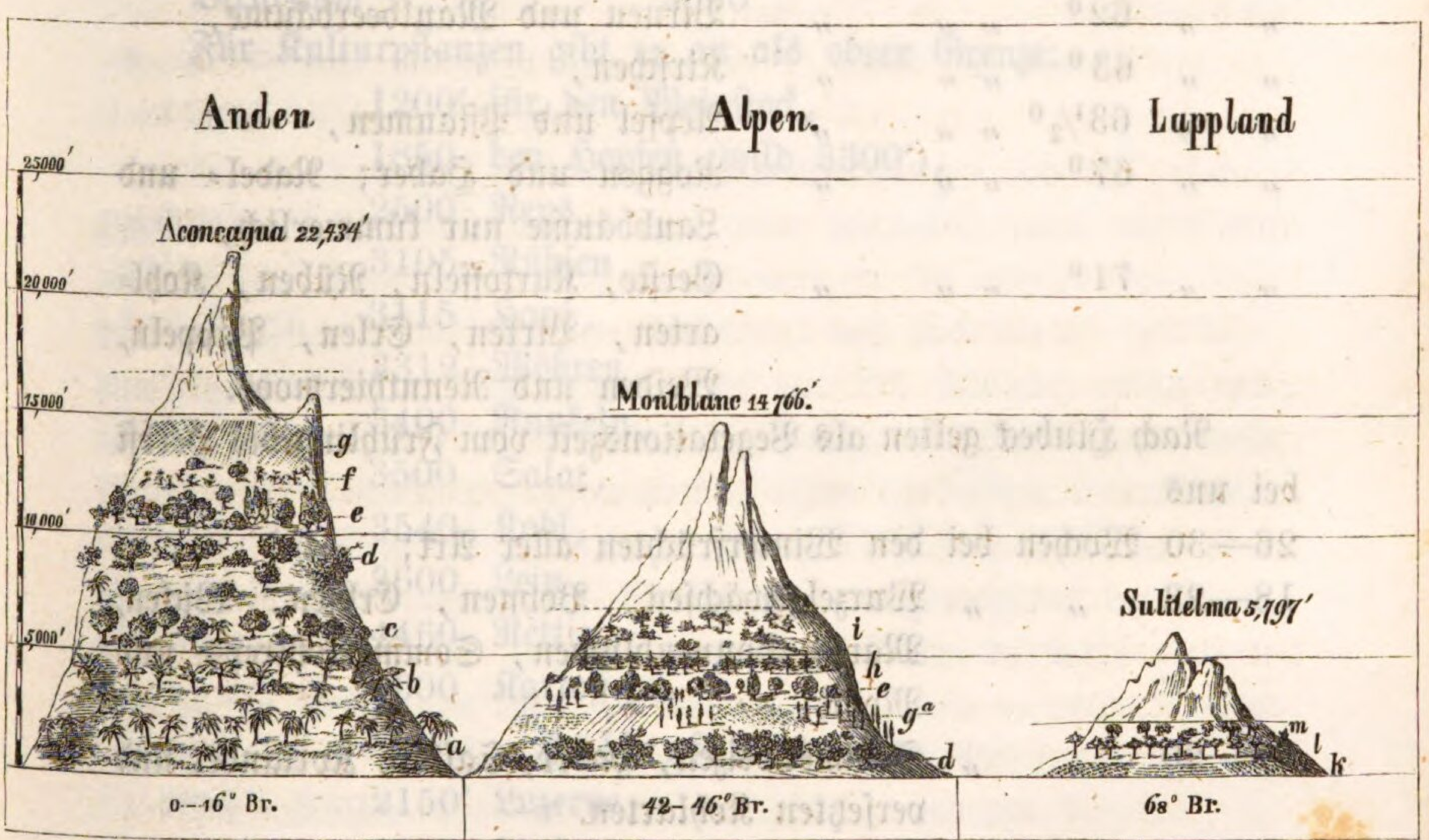
Man findet, daß gewisse Pflanzen uns beim Aufsteigen oder Reisen nur eine gewisse Strecke weit begleiten, dann verschwinden, um andere an ihre Stelle treten zu lassen. Da wir dabei zugleich bedeutende Unterschiede in der Temperatur wahrnehmen und auch sonst den großen Einfluß der Wärme auf die Vegetation im Lauf

des Jahres auch ohne Ortsveränderung wahrnehmen, so schreiben wir mit Recht der Temperatur den größten Einfluß dabei zu, nicht aber allein, sondern auch dem Feuchtigkeitszustande der Luft, der Windrichtung, der Lage, nach den Himmelsgegenden, der Bodenbeschaffenheit, der Gegenwart von Wasserflächen, Wald oder Schnee, ja selbst der Einwirkung des Lichtes.

Wenn man einen Bezirk, innerhalb dessen eine Pflanze vorkommt und alle die ihr nöthigen klimatischen Bedingungen der Existenz findet, nach den Dimensionen der geographischen Länge und Breite begrenzt, so nennt man dieß die Zone; wenn es nach den vertikalen Dimensionen der Erhebung einer Area über dem Meere geschieht, die Region der Pflanze.

So spricht man von einer Zone der Gerste, die im Mittel zwischen 65° und 30° nördlicher Breite liegt und von einer Region derselben, die an den nördlichen Alpen bis zu 3600 Fuß hinaufreicht. Die Figur zeigt dieses Verhalten in sehr verschiedenen Breiten.

Fig. 11.



Erklärung der Zeichen: .... Schneelinie; a Region der Palmen; b Region der baumartigen Farren; c Chinabäume; d immergrüne Laubbäume; e Laubholz; f Mais; g Cerealien und Kartoffeln; gª dto., Wein, Hopfen; h Nadelholzwälder; i Arve, Kienholz; k Gerste, Buchweizen, Kartoffeln; l Kiefern; m Birke.

Man theilt die Zonen ein:

						K. mittl. Jahrsw.
1)	in die Aequatorial-Zone,	v. Aeqt. bis	15°	B. mit		26—28°
2)	„ „ tropische	„	15	„ 23	„ „	23—26
3)	„ „ subtropische	„	23	„ 34	„ „	17—21
4)	„ „ wärmere gem.	„	34	„ 45	„ „	12—17
5)	„ „ kältere	„	45	„ 58	„ „	6—12
6)	„ „ subarktische	„	58	„ 66	„ „	4— 6
7)	„ „ arktische	„	66	„ 72	„ „	2
8)	„ „ Polar	„	72	„ 90	„ „	16,9° C.

Bis zum 45° d. B. gedeihen:	Kaffee, Zuckerrohr, Pfeffer, Baumwollpflanze, Indigo, Pommeranzen, Citronen, Feigen, Oelbäume und Neuseeländer Flachs.
„ „ 47° „ „ „	Kastanienbaum,
„ „ 50° „ „ „	Mais und Weinstock,
„ „ 58° „ „ „	Tabak,
„ „ 60° „ „ „	Weizen, die meisten Laub- und Nadelhölzer.
„ „ 62° „ „ „	Birnen und Maulbeerbäume,
„ „ 63° „ „ „	Kirschen,
„ „ 63½° „ „ „	Aepfel und Pflaumen,
„ „ 67° „ „ „	Roggen und Haber; Nadel- und Laubbäume nur kümmerlich,
„ „ 71° „ „ „	Gerste, Kartoffeln, Rüben, Kohlarten, Birken, Erlen, Pappeln, Weiden und Rennthiermoos.

Nach Hlubeck gelten als Vegetationszeit vom Frühling bis Herbst bei uns

26—30 Wochen bei den	Winterfrüchten aller Art;
18—23 „ „	Wurzelgewächsen, Bohnen, Erbsen, Wicken, Mais, Sonnenblumen, Sommerkohlreps und Mohn,
17—20 „ „	Sommerweizen, Haber, Saflor, Koriander und versetzten Kohlarten.
15—17 „ „	Gerste, Linsen, Senf, Tabak und Hirse,
12—14 „ „	Lein, Hanf, Leindotter, Buchweizen und Himmelgerste,
9—11 „ „	ein- und zweijährigen Futterpflanzen.

Die oberen Grenzen der Regionen entsprechen ziemlich den Polargrenzen der Zonen und die Aequatorialgrenzen der letzteren den unteren Grenzen der ersteren.

Es gehört viel Aufmerksamkeit und Mühe dazu, durch Beobachtungen zunächst auch nur an großen, leicht in die Augen fallenden Pflanzen die Regionen und Zonen für einzelne Pflanzen abzugrenzen. So fand durch sehr zahlreiche Beobachtungen Sendtner für den nördlichen Alpenrand, so weit er nach Bayern reicht, für die

	als mittlere Grenze
Buche	4369—4710′ in Südost,
Fichte	5341—6020 im Westen,
Legföhren oder Knieholz	6248—6840 im Südwest,
Zirbe	6044′
Lärche	6013
Apfelbaum . . .	3115
Kirschbaum . . .	3500
Weichsel	2500
Nußbaum	2500
Birnbaum	3050

Für Kulturpflanzen gibt er an als obere Grenze:

1200′ für den Weinstock,
1850 den Hopfen (wild 3300′),
2500 Reps,
3105 Rübsen,
3115 Hanf,
3312 Möhren,
3400 Runkeln,
3500 Salat,
3540 Kohl,
3600 Lein,
4460 Rettig,
4600 Kartoffeln,

Hülsenfrüchte:

2150′ Luzerne,
2200 Linse,
2500 Esparsette (wild 6000′),
2800 Rothklee (wild 7052′),
2872 Erbse,

2888 Bohne,
2940 Wicke,
3420 Schweinsbohne,

Getreide:

1400′ gemeine Hirse,
1650 Mais,
2500 Spelz,
2625 Fahnenhaber,
3400 Weizen,
3400 Roggen,
3500 Haber,
3600 sechszeilige und zweizeilige Gerste,

Boussingault bezeichnet am Chimborazo bei 4808 Meter Höhe den Ort des Aufhörens aller Vegetation. Er schätzte die mittlere Temperatur auf 1,5° C. und sah bei 6000 Meter Erhebung über der Meeresfläche das in der freien Luft und im Schatten aufgehängte Thermometer noch etwas über der unteren Schneegrenze auf 7° steigen.

Nördl. Breite		Pariser Fuß	
23°	steigt der Mais	bis zu 8680	nach Alex. v. Humboldt.
40°	steigen die Cerealien	" " 8000	
45—47°	" " "	" " 6000	in Frankreich n. de Candolle.
"	" " "	" " 4000	in Tyrol nach Meyen,
"	" " "	" " 3764	in Tyrol nach Unger,
"	steigt " Gerste	" " 4000	in der Schweiz nach Kämtz.
"	" " "	" " 3847	Untersteiermark nach Unger.
"	" der Weinstock	" " 1700	in der Schweiz nach Kämtz.
"	" " Mais	" " 2600	dto.
"	" das Wintergetreide	2700	dto.
"	" der Kastanienbaum	2400	dto.
"	" die Wallnuß	2500	dto.

Nördl. Breite.			Pariser Fuß.	
45—47°	steigen Aepfel u. Birnen	bis zu	2700	dto.
„	„ Kirschen	„ „	2900	dto.
„	„ die Obstbäume überh.	„ „	3000	in der Schweiz nach Mohl,
„	steigt d. Waldregion d. Laubhölzer	b. z.	4000	in der Schweiz (die Birke bis 5600′ n. Mohl.)
„	„ „ „ „	„ „	4000	in Tirol nach Unger,
„	„ „ „ „ Nadelhölzer	„	4900	dto.
„	„ „ „ „ „	„	5500	in der Schweiz, nach Kämtz,
„	„ d. Alpenstrauchregion v. 5000	„	7000	in der Schweiz Tyrol, Krain und Kärnthen.
„	„ die Alpenweidereg. v. 5000	„	7000	dto.
„	„ „ Krummholzreg. v. 7000	„	8000	dto.

§. 14.

Bodenwärme.

Die Erscheinungen der feuerspeienden Berge und der heißen Quellen, die aus dem Innern der Erde kommen, dann die Beobachtung selbst, die man beim Vordringen in die Tiefen der Erde mit dem Thermometer machte, beweisen, daß das Innere der Erde eine eigene Wärme besitzt, verschieden von der Wärme, welche von der Sonne kommend die Erdoberfläche berührt. Jene Wärme heißt **Erdwärme**, diese **Bodenwärme**. Für die erstere nimmt man sogar ein Wachsen um 1° R. mit 131 Pariser Fuß an. Da aber ihre Zu- oder Abnahme für die kurze Beobachtungszeit des Menschen verschwindend ist und noch nichts darüber bestimmt werden konnte, so behandeln wir die Bodenwärme, wie wenn jene nicht da wäre, da sie ja auch unsere Beobachtungen an dieser nicht ändert.

Die obersten Erd- oder Wasserschichten nehmen Wärme, die von der Sonne ihnen zustrahlt, auf, werfen sie zurück und leiten sie weiter. So verschieden sich auch hierin die ersteren verhalten, und nur diese interessiren uns hier, so hat doch die **oberste** Erdschichte mit der ihr **nächsten** Luftschichte ziemlich gleiche Temperatur

verhältnisse im Schatten. Sinkt aber die Temperatur einmal unter Null, gefriert die obere Erdschichte, dann hält sie die tieferen Schichten warm, die Luftschichten aber können bedeutend höhere Kältegrade erreichen.

Lage, Erhebung, Beschaffenheit des Bodens, Windrichtung, Dunstdruck, Bewölkung, Art der Bearbeitung und Düngung wie Vegetationsform u. A. haben auf die Bodenwärme begreiflich großen Einfluß, den größten die Höhe der einwirkenden Wärmegrade und die Dauer derselben.

Die Bodenwärme pflanzt sich in die Tiefe und nach den Seiten fort und zeigt je nach den eben genannten Einwirkungen, insbesondere nach den Extremen der Grade und der Zeitdauer, bestimmte Schwankungen, die bei größerer Tiefe aufhören und uns das Mittel zu beobachten nehmen. Wo die Schwankungen aufhören, herrscht gleichbleibende Temperatur, frei von den Einflüssen, welche die obere Erdschichte erwärmen, die Bodenwärme hört nach unserer Beobachtung auf, die Erdwärme fängt an.

Die Einflüsse auf den Gang der Bodenwärme sind begreiflich nach dem Gang der Witterung, der Jahreszeiten, des Klima verschieden, und zwar werden sie mit zunehmender Tiefe immer geringer, bis zuletzt alle Schwankungen, wie gesagt, aufhören. Aber diese Tiefe ist je nach der Beschaffenheit der Bodenschichte, insbesondere nach der Leitungsfähigkeit derselben für Wärme, nach den Grundwassern, der Beschaffenheit der Schichten nach Massenhaftigkeit oder Krümlichkeit, sehr verschieden. Daher wechseln auch die Angaben der Physiker über die Tiefe der Linie, welche die schwankende Bodentemperatur von der constanten bei uns trennt, so sehr.

Wir werden nicht weit fehlen, wenn wir für unsere Breiten bei 60 Fuß Tiefe eine immer sich gleichbleibende Temperatur annehmen. An der Erdoberfläche selbst schwankt das Thermometer noch zwischen 12—13° R., d. h. es erreicht innerhalb dieser Grade sein Maximum und Minimum.

Bei 6′	Tiefe	zwischen	9,9° R.
12′	„	„	6,47 „
18′	„	„	3,97 „
36′	„	„	0,65 „

(Bischof.)

Bei 3—4 Fuß Tiefe verschwinden aber schon die täglichen

Schwankungen bei uns. Vor allem hängt diese Tiefe außer der Leitungsfähigkeit der Erdschichten von den einwirkenden Temperaturextremen ab. Da diese Extreme unter den Tropen am geringsten sind, die Schwankungen zwischen Wärme und Kälte gering, so berührt die Linie der sich gleichbleibenden Temperatur des Bodens unter dem Aequator fast die Oberfläche und senkt sich gegen die Pole zu immer tiefer ein. Sie bildet so ein gegen die Pole zu stark abgeplattetes Sphäroid. Man könnte sie der Grenze des ewigen Schnees entgegensetzen und Linie gleicher Bodenwärme nennen.

Die Luft als ein elastischer leicht beweglicher Körper gleicht die Temperaturen viel rascher aus, als die Erde. Wenn sich die Luft erwärmt hat, so theilt sie Wärme dem Boden mit, der je nach seiner Capacität rascher oder langsamer davon aufnimmt, weiterleitet und zurückstrahlt. Wenn sich aber die Luft erkältet, mehr als der Boden, so gibt dieser der Luft Wärme ab. Dieß geschieht insbesondere beim Aufhören der Wirkungen der größten Wärmequelle, der Sonne, also bei Nacht.

Uebertrifft der Wärmezufluß bei Tag durch Dauer und Stärke den Wärmeverlust durch Ausstrahlung bei Nacht, dann wächst die Bodenwärme, umgekehrt fällt sie.

Wenn bei uns die Bodenwärme im Mittel 4⁰ R. erreicht hat, werden die meisten Cerealien gebaut.

Die Wärme schreitet im Mittel in 5—6 Tagen einen Fuß weit fort, also in einem Monat etwa 6 Fuß. Die größte Wärme des Sommers (etwa zwischen dem 10—20. August) kommt also nach 6 Monaten bei einer Tiefe von 36 Fuß an, also mitten im Winter (10—20. Februar) und, da nun die Rückleitung (weil Abnahme des Wärmezuflusses durch die Sonne) beginnt, so ist bei 36′ Tiefe die größte Kälte, wenn auf der Oberfläche Sommer ist.

Den Landwirth interessiren außer diesen allgemeinen Gesetzen am meisten gewisse Einflüsse, deren er mehrere zu ändern und zu Gunsten der Vegetation zu bessern vermag.

Als solche Einflüsse werden angesehen: Farbe, Wärmecapacität, Strahlungsvermögen, Leitungsfähigkeit, Feuchtigkeitszustand der Luft und des Bodens, Regen, Bewölkung, Winde, Erhebung über die Meeresfläche, Lage, Umgebung von Gebirgen, Gletschern, Wasserflächen, Wäldern, großen bewohnten Orten, Bearbeitung, Düngung, Kultur.

Die Niederschläge betreffend, so ist es unter allen der Schnee, der einmal den Boden bedeckend diesem eine constante Temperatur verschafft. Er widersetzt sich ebenso der Erwärmung bei Tag wie der Erkältung bei Nacht. Er ist ein schlechter Wärmeleiter, dabei voll Luft und nicht, wie man sonst gern annimmt, erstickend wirkend, es müßte denn seine Oberfläche zu Eis zusammengeschmolzen seyn.

Der Boden kann unter dem Schnee nicht viel unter 0° sich erkälten, ja, weiter erkältet und mit Schnee bedeckt, erwärmt er sich wieder bis nahe an 0°. Der Schnee schützt unsere Saaten am sichersten vor dem Erfrieren; aber dadurch, daß er dieselben bei langem Liegen gleichsam verweichlicht, geschieht es, daß beim Aufthauen, wenn rasch sehr kalte Winde über die Saaten streichen oder Nachtfröste gleich nach dem Schneeschmelzen eintreten, ihre zarten Blätter nun erfrieren, dann faulen und Gelegenheit zur starken Vermehrung der gefährlichen Pilzfäden der Lanosa geben, welche mit dem Froste das Getreide endlich auswintern machen. Die Leute sagen dann, der Schneedruck habe die Saaten getödtet, was aber unrichtig ist. Förderung des Abzuges des Schneewassers und Andrücken der durch Frost aufgezogenen Saaten an den Boden mittelst Walzen sind die besseren Hülfsmittel dagegen.

Aus Boussingaults schönen Versuchen ersehen wir, daß die erwärmende Wirkung des Schnee's vorzüglich seiner die Ausstrahlung des Bodens und der Pflanzen, die er bedeckt, hindernden Eigenschaft zukommt. Er wirkt gleichsam wie eine Wolke, welche in den klaren hellen Winternächten, wo die Kälte durch Ausstrahlung am verderblichsten wirkt, sich zwischen den reinen Himmelsraum und die Erde legt. Er fand, daß am 12. Februar, wo der Schnee $^1/_{10}$ Meter hoch lag, früh 7 Uhr ein Thermometer zeigte:

auf dem Schnee	— 12° C.
unter dem Schnee hart am Boden	— 3,5 „
frei in der Luft	— 3,0 „

Zu derselben Zeit zeigte dann Abends $4^1/_2$ nach Sonnenuntergang derselbe

auf dem Schnee	— 1,4° C.
unter dem Schnee	— 0,0 „
frei in der Luft	— 3,0 „

Ganz anders, wie der Schnee, wirkt der Regen auf die Bodenwärme. Obgleich er im Ganzen die mittlere Temperatur der

Luft trägt, so ist er doch, aus kalten höheren Regionen kommend, oft viel kälter als der Boden, den er trifft, oft auch wärmer als dieser. Die Wärme der Luft theilt sich nur langsam dem Boden mit und wird noch langsamer darin fortgeleitet, aber der eindringende Regen führt seine Wärme oder Kälte rasch mit in die Schichten, in die er gelangt. Viele trockene warme Tage im Frühling thauen die gefrorene Erde nicht so rasch auf, wie einige Stunden milden Regens.

Die Bedeckung des Bodens mit Pflanzen, insbesondere mit Bäumen und Büschen, zunächst mit Wald und Laub erhöht die Bodenwärme. Der Boden verliert nicht soviel Wärme durch Ausstrahlung, wenn auch die denselben bedeckende Vegetation dieß bedeutend thut, wird geschützt vor kalten Winden und vor der größeren Verdunstungskälte. Solche Gegenden erkälten sich nicht so sehr, wie die vegetationslosen, erwärmen sich aber auch nicht so rasch, sie verhalten sich ähnlich den Gegenden in der Nähe großer Wasserflächen, nur daß nach Umständen bei letzteren eine hohe Kälte einzutreten im Stande ist, wenn die Gewässer nicht wie etwa der Golfstrom, der an Europa's westliche Küsten schlägt, größere Wärme mitbringen. Der Rasen wirkt dem Walde ähnlich; er verzögert die Erwärmung und wirkt hier gleich einer Bodenschichte von 7—8 Centimetern, aber er verzögert auch die Erkältung.

Große Seen und Meere erkälten den Boden in einer gewissen Tiefe, wo sie die Temperatur anzunehmen streben, bei welcher das Wasser die größte Dichtigkeit besitzt (3,2° R.) Wenn hier der Boden in der Regel wärmer ist, so wird er durch Berührung mit dem Seewasser, das als Untergrundwasser in großer Ausdehnung auftreten kann, erkältet. An Flußufern erfrieren durch die Verdunstungskälte, namentlich wenn Windströmungen sie vermehren, viel öfter Pflanzen, als an Höhen und Abhängen. Die Verdunstungskälte des Wassers, die geringe Wärmeleitungsfähigkeit desselben, die Ausstrahlung öder oder mit kurzem Gras bedeckter Flächen, alles das fördert sehr die niedere Temperatur der Moore, welche erst lange nachdem die natürliche Vegetation in ihrer Umgebung erwacht ist, gleichfalls die zum Wachsthum nöthige Wärme erhalten und sich zu begrünen beginnen, falls sie Wiesenmoore sind. Nachtreife sind hier noch im Sommer nicht selten, Obstbau oft unmöglich, immer gefährlich, wenn er auch hart an der Grenze gedeiht.

Manche Orte besitzen wegen der Nähe des Meeres eine mit

anderen auf sehr verschiedenen Breiten liegenden Orten gleiche mittlere Jahrestemperatur, was das eigenthümliche Verhalten des Inseln-Küsten- und Halbinselnklima begründet. Es ist ausgezeichnet durch gelinde Winter und weniger heiße Sommer, als das der Inneren der Continente. Insbesondere ist dieses zwischen Orten an der Westküste Europa's im Vergleich mit jenen in Osteuropa oder Innerasien, welche in gleicher Breite liegen, ersichtlich. Aber nicht bloß die größeren Differenzen in den Temperaturgraden zeichnen die östlicher gelegenen Orte des europäisch-asiatischen Continents aus, sondern auch eine durchschnittlich geringere Temperatur für das ganze Jahr.

			Mittlere Jahrestemperatur.
Amsterdam	liegt unterm	52,22° d. Breite und hat	9,8° C.
Kasan	„ „	55,48° „ „ „ „	2,2° C.

Die Erwärmung des Bodens hängt viel von seiner Wärmekapacität ab. Je größer diese ist, je mehr er Wärme verschluckt, bis er eine gewisse Temperatur zeigt, um so langsamer erwärmt er sich. Die Körper haben bei gleichem Gewichte im reinen Zustande eine verschiedene Menge Wärme nöthig, bis sie sich um etwa 1° R. erwärmt zeigen.

Rauher Boden erwärmt sich rascher als glatter. Je dunkler der Boden ist, um so rascher erwärmt er sich. Darin steht humoser Boden oben an.

Ueberstreut man den Schnee mit Kohlenpulver, humoser Erde rc., so schmilzt er schneller.

Indessen wird aber die Farbe in ihrer Wirkung von der mineralogischen Zusammensetzung des Bodens übertroffen. Nach Durocher und Malaguti betrug im Monat Juli zur Mittagszeit bei 32° C. Luftwärme, bei einer Tiefe von 3 Millimeter die Temperatur

des Quarzsandes	52,3° C.
„ Kalkbodens mit Marmorstücken	46,5 „
der Gartenerde	45,8 „
des gelben sandigen Thons	37,7 „
„ Pfeifenthons	34,4 „
„ feinkörnigen Kalkbodens	30,5 „

Dunkelgrauer Granitsand und Quarzsand erhitzten sich am schnellsten, doch pflanzte letzter die Wärme rascher fort. Erst nach ihnen kam die schwarze Gartenerde.

Die Wärme dringt im Winter äußerst langsam in den Boden ein, was gewiß damit zusammenhängt, daß durch das Schmelzen des Eises im Boden (der Bodenfeuchtigkeit) Wärme gebunden wird und also weniger zur Weiterleitung übrig bleibt.

Deßgleichen dringt aber auch die Kälte mit Anfang Winters nur langsam vorwärts, weil das einmal gebildete Eis ein schlechter Wärmeleiter für die von unten entweichende Wärme ist und die beim Gefrieren frei werdende latente Wärme dem Boden noch Vorrath gibt. Ist diese Quelle verzehrt, dann dringt auch die Kälte später rascher vor.

Die Lage eines Ortes nach Süden oder Norden, an Abhängen oder Plateaus, die Exposition, sind von großer Bedeutung für die Erwärmung des Bodens. Durocher und Malaguti fanden, daß an der Südseite einer Gartenmauer die Gartenerde im Winter bei heiterem Wetter um 20° C. im Mittel die Temperatur derselben Erde an der Nordseite übertraf, und zwar an der Oberfläche; um 10° C. bei 10 Millimeter Tiefe. Dieß war im März noch bedeutender und sie schließen, daß eine die Sonnenstrahlen zurückwerfende Gartenmauer während des Winters für die südliche Exposition eine sehr große Kraft der Erwärmung übt, was der Praxis auch längst wenn auch nicht in Zahlen bekannt war.

Selbst auf unseren Gebirgen, noch mehr in Schweden oder Norwegen bedecken sich südliche Lagen mit Blumen und Grün, während die nördlichen noch mit Schnee bedeckt sind.

Bei uns ist im Großen für die Gebirge die südwestliche Exposition die günstigste, die nordöstliche die ungünstigste. Der Unterschied, den beide an den bayrischen Alpen in Bezug auf die Grenze gewisser Vegetationsbezirke nach der Höhe hervorbringen können, beträgt nach Sendtner 664′.

Auch die Configuration, die äußere Form des Bodens, als Hügel, Ebene, Berg und Thal, an letzteren wieder Thalsohle und Wände, am Berg Gipfel und freier Abhang, ändern die Bodenwärme. Guembel fand für die bayrischen Alpen, daß im Allgemeinen der Boden in den Thälern um 0,40° R. kälter ist, als an den freien Abhängen und Sendtner hat dieß durch die Untersuchungen über Vegetationsgrenzen bestätigt.

III.

Wasser.

§. 1.

Kreislauf desselben.

Ein leicht beweglicher Körper, wenn mit wenig Wärme verbunden, ist das Wasser das Sinnbild des Lebens auf unserem Planeten. Schwankend, sich hebend und senkend, brausend, strömend, fluthend als Meer, Strom, Fluß oder Bach zeigt es im Reich des Unorganischen die größte Bewegung allüberall, bis es ein Sinken des Thermometers auf 0° zum Erstarren bringt und zu Eisbergen an den Polen wie zu riesigen Gletschern auf unseren hohen Gebirgen aufthürmt. Aber wo die Wärme den Fuß des Gletschers berührt, da entsteht schon wieder die rieselnde, murmelnde Quelle, die nun leicht beweglich, den tiefer liegenden Bächen und Flüssen und mit ihnen dem Weltmeer zueilt, der großen Mutter des alles Leben bedingenden Nassen der Erde, welche zu drei Viertheilen von ihm umgeben ist.

Von jeder Wasserfläche, selbst vom gefrorenen Wasser, von Eis und Schnee, entweicht Wasser dunstförmig in die Luft und zwar um so mehr, je trockener und wärmer die Luft, und um so weniger, je feuchter und kälter sie ist. Dieser Dunst sammelt sich in der Atmosphäre als Wolken an und erscheint wieder als Regen, Schnee, Hagel, Reif oder Nebel. Aber nicht gerade da wo er aufgestiegen ist, und er steigt am massenhaftesten unter der heißen und dünnen Luft des Aequators auf und fließt in die oberen Regionen, durch die Kälte dichter geworden, gegen beide Pole zu ab (siehe oben).

Das bei uns als Regen oder Schnee fallende Wasser trifft

eine lockere, zerklüftete Erdoberfläche und dringt daher größtentheils in die Erde ein und nur der kleinere Theil fließt oben gleich wieder ab, ausgenommen natürlich das, was gleich geradezu auf das Meer fällt. So denn kommt ein Eindringen des Wassers bis in uns unergründliche Tiefen der Erde zu Stande und wir haben die Grenzen dieses Eindringens noch nicht finden können. Wo aber Felsmassen oder Wasser nichtdurchlassende Schichten sich dem weiteren Eindringen des Wassers widersetzen, da ist es gezwungen, sich anzuhäufen, bis es einen Ausweg findet und seiner Schwere folgend als Quelle hervorbricht, zu Bach und Fluß und Strom anschwellend. Daß dieß auch innerhalb der Erde selbst geschehen kann und also auch ein unterirdischer Strom- und Flußlauf sich findet, zeigt sich in mehreren Fällen. Am häufigsten ist ein unterirdischer Quellenlauf und die schwache Strömung nebst Steigen und Fallen aller Grundwasser. Die Bewegung dieser Grundwasser, in welche überall unsere Brunnen reichen, an welchen man auch das Steigen und Fallen und oft selbst das Fortbewegen messen kann, ist für den Ackerbau wegen der Durchdringung der Ackerkrume mit Wasser von unten nicht ohne große Bedeutung.

§. 2.

Lösung und Durchdringung (Diffusion).

Wenn man ein Stück Zucker in ein Glas destillirten Wassers wirft, so verschwindet es allmälig und das Wasser schmeckt in allen seinen Theilen gleich süß, wenn es gut umgerührt wird. Man sagt, der Zucker habe sich im Wasser aufgelöst, d. h. er hat sich in seinen kleinsten uns nicht mehr sichtbaren Theilchen zwischen und neben die kleinsten Theilchen des Wassers gelegt. Wenn man das Wasser abdampft, erscheint der Zucker wieder so wie er war und das abgedampfte Wasser wird auch wieder das, was es war, wenn der Dampf durch Abkühlung verdichtet und wieder zu Wasser gemacht wird. Wenn also die Körper bei der Vermischung bleiben was sie vorher waren und keine neuen Eigenschaften für sich annehmen, so nennt man das eine Lösung, wenn sie sich aber dabei wesentlich verändern, eine chemische Verbindung (siehe oben). Wenn das Wasser, worin der Zucker gelöst wurde, noch Kalk enthielt, dann erhält man schon nach dem Abdampfen eine Art Verbindung von Kalk und Zucker.

In der atmosphärischen Luft sind drei Gase mit einander gemengt: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, ohne daß eines von ihnen etwas von seinen wesentlichen Eigenschaften verloren hätte, sie haben sich durchdrungen und man kann auch sagen, Kohlensäure und Sauerstoff hätten sich im Stickstoff gelöst, denn man kann sie auch ganz unverändert wieder daraus entfernen.

Gase durchdringen sich gegenseitig, wie im leeren Raum, d. h. das eine dringt in ein anderes ein, wie wenn das letztere gar nicht da wäre und mischt sich mit demselben, verändert aber dabei begreiflich seine Dichte und Spannkraft.

Gase durchdringen die feinsten Poren und uns selbst mikroskopisch unsichtbare Oeffnungen, sie gehen durch thierische und pflanzliche Häute, aber nicht mit gleicher Geschwindigkeit.

Das dünne Wasserstoffgas geht viel schneller aus einer ganz geschlossenen Kautschukblase hinaus, als die dichtere atmosphärische Luft eindringt.

Bei Flüssigkeiten tritt noch bei dieser gegenseitigen Durchdringung oder Lösung die besonders interessante Erscheinung ein, daß sie dabei ihr Maaß vermindern.

So werden aus 54,250 Maaßen Alkohol und 49,528 Maaßen Wasser nicht 103,778 Maaß Weingeist, wie doch seyn sollte, sondern nur 100,000 Maaß geradaus, wenn bei 15° C. gemischt wird. Wenn Einer so mischen und zum Verkauf versenden würde, so würde der Käufer nicht 103,778 Maaß, sondern nur 100,000 Maaß bezahlen können. Indessen ist diese Zusammenziehung der Maaße doch nicht bei allen Verhältnissen der Mischung gleich groß, sondern gerade nur bei der im Beispiel angegebenen am größten.

Will man Wasser und Weingeist mit einander mischen, indem man sie durch eine Haut trennt, z. B. durch Schweinsblase, Froschhaut, eine Zwiebelhaut, durch Kautschuk, oder selbst durch eine dünne Platte von gebranntem Thon, von Marmor oder Gyps oder selbst Haarröhrchen, so gehen beide durch die Haut, aber in der Art, daß vom Wasser mehr zum Weingeist geht als umgekehrt. Trennt man reines Wasser und Gummiwasser durch dieselbe Haut von einander, so mischen sich auch beide, aber in der Art, daß wieder mehr Wasser zum Gummi geht, als umgekehrt. Zuerst geht also das schwerere Wasser vorherrschend zum leichteren Weingeist, und dann wieder geht das leichtere Wasser vorherrschend

zum schwereren Gummi. Es scheint also die Dichte der Flüssigkeiten ohne entscheidenden Einfluß auf die Stärke des Stromes durch die Haut zu seyn. Aber in der Mehrzahl der Fälle gilt doch als Regel, daß die dünnere Flüssigkeit mit größerer Stärke zur dichteren strömt, als umgekehrt, und zwar ist dieß bei wässerigen Lösungen, einander gegenüber, immer der Fall. Wenn man ein Glasrohr, das unten etwas erweitert ist, mit einer dünnen organischen Haut unten fest zubindet und das Glasrohr mit Wasser, das viel Kochsalz aufgelöst enthält, anfüllt und dann das Ende mit der Blase in ein Gefäß mit reinem Wasser stellt oder hängt, so geht so viel reines Wasser durch die Blase ins Wasser des Glasrohres, daß dieses steigt. Es geht begreiflich auch Salzwasser heraus ins reine Wasser, aber viel weniger. Nimmt man nun bald dieses, bald jenes Salz oder verschiedene Lösungen überhaupt und probirt, wie hoch eine jede in einer bestimmten Zeit im Vergleich mit einer anderen und mit reinem Wasser steigt, so erhält man Zahlen an der graduirten Röhre, welche die Stärke andeuten, mit welcher gewisse Flüssigkeiten gegen einander strömen. Das Einströmen der dünneren zur dichten hat man früher Endosmose, das Ausströmen Exosmose genannt, was aber nichts bedeutet, insoferne ja auch ein vermehrtes Strömen dichterer Flüssigkeiten zu dünneren stattfinden oder auch die Strömung sich gleichbleiben kann und doch eine Durchdringung stattfindet.

Die Sache ist nämlich einfach die, daß nicht allein die Dichte der Lösungen und ihre Steighöhe in den Haarröhrchen, sondern auch die chemische Beschaffenheit der getrennten Flüssigkeiten, endlich vor allem die organische Haut selbst großen Einfluß üben. Die organische Haut läßt die Vermischung anders vor sich gehen, je nachdem ihre eine oder andere Seite einer der Flüssigkeiten zugewendet ist. Die organische Haut zersetzt oft die Flüssigkeiten während ihres Durchganges durch ihre Poren, ohne doch am weiteren Mischen selbst durch Niederschläge in ihr gehemmt zu werden. Kurz, die organische Haut verändert die Lösungen beim Durchgang gewaltig, und es ist hier offenbar eines der größten Geheimnisse noch in der Natur, von welchem in der Lehre von der Ernährung der Pflanzen und Thiere noch vielfach die Rede seyn wird.

Man hat die Erscheinungen der Durchdringung von Flüssigkeiten auch so studirt, daß man in ein großes Glas ein kleines

niederes stellte, das letztere mit einer bestimmten Lösung, die man färbte, anfüllte, und mit einem Glasplättchen bedeckte, darauf eine andere aber klare Lösung, die nicht so wie die im kleinen Gläschen gefärbt war, sehr vorsichtig aufgoß, und dann eben so vorsichtig das Glasplättchen wegzog. Man sieht dann, wie langsam sich die (gefärbte) eine Lösung in der anderen verbreitet und kann nach der Zeit, Temperatur ꝛc. gleichfalls Grade aufstellen. Man hat hiebei auch gefunden, daß nur auf dem Wege der Durchdringung allein schon chemische Verbindungen zersetzt werden können, was viel heißt. Erhöhte Temperatur beschleunigt die Durchdringung.

§. 3.

Bestandtheile.

Wenn man ein glühendes Eisen in das Wasser stößt, so entweicht unter Zischen und Brausen Dampf, Wasserdampf. Das sind Bläschen des Wassers, welche einen 1250mal größeren Raum einnehmen, als das Wasser selbst, aus dem sie gebildet wurden. Wenn man diesen Dampf auffängt und nun wieder glühendes Eisen dazubringt, oder noch besser durch ein blankes glühendes Eisenrohr streichen läßt, so wird er in seine Elemente, in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Das Wasser besteht also aus diesen beiden und zwar sind in 100 Theilen Wassers 89 Sauerstoff, 11 Wasserstoff.

Der Wasserstoff kann noch auf verschiedene andere Weisen aus dem Wasser frei gemacht werden, sowie man auch aus den beiden Gasen, eben diesem Sauerstoff und dem Wasserstoff, wieder Wasser machen kann (Knallluft).

Das reine Wasser hat weder Farbe, noch Geruch oder Geschmack. Es gefriert unter einem gewissen Punkt des Thermometers, z. B. unter 0° bei dem Reaumur'schen oder dem 100theiligen des Celsius und siedet ebenfalls bei 80° des ersteren und 100° des letzteren, wobei es sich rasch in Dampf verwandelt. Das Eis ist krystallisirtes Wasser und schwimmt auf diesem. Es ist also leichter als Wasser und hat nur eine Dichte von 0,95.

Wenn man das Wasser verdampft und den Dampf durch Abkühlen wieder flüssig macht, also wieder in Wasser zurückführt, so hat man destillirtes Wasser, welches viel reiner ist als vorher. Es sollte eigentlich gar nichts mehr anderes enthalten, als seine Elemente.

Das reinste Wasser, an der Luft stehend, nimmt aber bald

wieder Luft auf, vorerst die es umgebende atmosphärische Luft. Im natürlichen Wasser ist immer Luft, namentlich viel im bewegten Quellwasser, was man sehr gut erkennen kann, wenn das Wasser unter das Glas einer Luftpumpe gebracht und die Luft ausgepumpt wird. Dann brodelt die Luft aus dem Wasser auch heraus in vielen Blasen. Die Luft im Wasser, zunächst der Sauerstoff und vorzüglich die Kohlensäure machen das Erfrischende desselben aus. Gekochtes, d. h. von Luft befreites, und dann auch wieder rasch erkaltetes Wasser erfrischt nicht mehr, bis es wieder Luft und namentlich Sauerstoff aufgenommen hat. Die atmosphärische Luft ist merkwürdiger Weise im Wasser im Allgemeinen in anderer Zusammensetzung vorhanden, wie außer demselben als gemeine Luft. Sie ist sauerstoff- und kohlensäurereicher und enthält in 100 Theilen wohl über 30—36 Sauerstoff, während sie sonst überall aus 21 Sauerstoff und 79 Stickstoff, abgesehen von der Kohlensäure ꝛc., besteht.

Diese Luft im Wasser bedingt das Leben der Fische darin, denn im gekochten und wieder erkalteten Wasser können auch keine Fische leben, ja sie sterben ebenso in geschlossenen engen Räumen, wenn keine Erneuerung des Wassers stattfindet und ihrer viele sind, wie Thiere ohne Lufterneuerung ersticken. Doch geht dieß bei den verschiedenen Arten auch verschieden schnell. Am rascheſten sterben Forellen und Lachse, welche rasch fließendes, viel bewegtes Wasser lieben. Man hat es für nützlich gefunden, beim Transport solcher Thiere Luft mit einem Blasebalg einzublasen oder das Gefäß oft zu rütteln.

Ein kleiner, nur in raschströmenden Wassern lebender Fisch, die Koppe, stirbt nicht allein sehr bald in frischem aber stehendem Wasser, sondern er sucht sogar aus diesem mit Hülfe seiner stachlichen Brustfloßen, die er wie Arme gebraucht, herauszusteigen und Luft aufzuschnappen. Krebse ersticken im stehenden Wasser, wenn viele bei einander sind, bald, aber leben mehrere Tage ohne alles Wasser, wenn nur an einem feuchten Orte, etwa im Keller, und mit Pflanzen z. B. Brennesseln zugedeckt.

Da die Pflanzen unter Einfluß des Lichtes Sauerstoffgas aushauchen, so mögen die Wasserpflanzen zum Bereichern des Wassers mit solchem beitragen. Nirgends wachsen üppiger solche schöne grüne Wasserpflanzen, als in den sogenannten Forellenbächen.

Aber das Wasser enthält außer den Gasen auch noch viele Salze aufgelöst und erdige wie andere Theile mechanisch beigemengt.

§. 4.

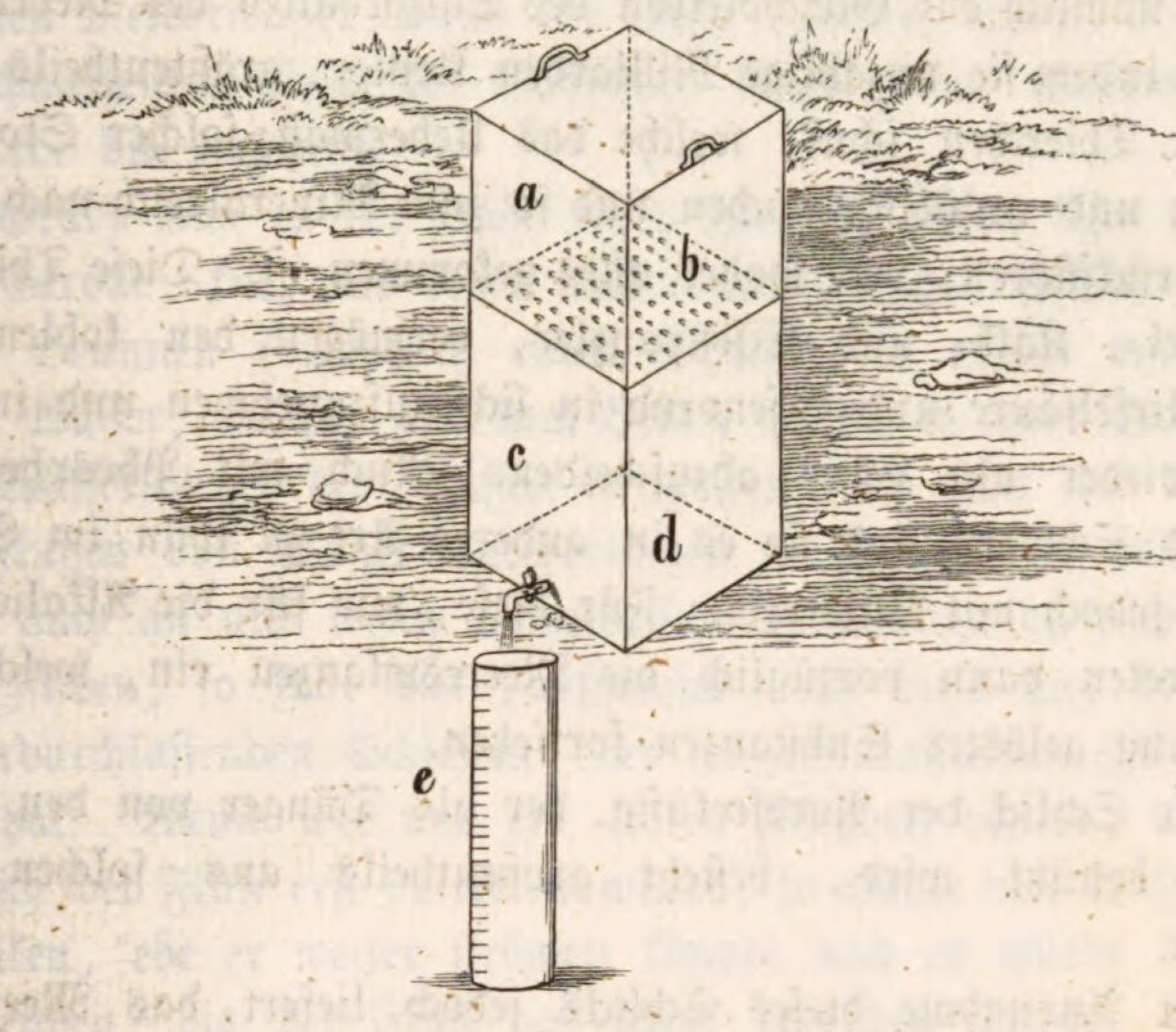
Die festen Theile im Wasser.

Das Wasser ist das allgemeinste Lösungsmittel in der Natur. — Mit dem Wasser vollbringt die Erde ihre wichtigsten Veränderungen und so wenig sie auch oft uns in die Augen fallen, weil sie nicht so plötzlich geschehen, so sind sie doch sehr großartig. Wir haben das schon in der Lehre vom Boden gesehen. Das Wasser löst nicht bloß, wie wir oben hörten, luftförmige Stoffe oder Gase, also Luft selbst auf, sondern auch die festen Bestandtheile der Erde. Ein Pfund Kochsalz löst sich in 36 Pfund Wasser leicht und schnell auf, aber ein Stück Eisen gleichfalls, wenn auch viel langsamer, indem es erst rostet und so nach Jahrhunderten verschwindet. Wenn man sagt, dieser oder jene feste Stoff löse sich gar nicht in Wasser, so heißt das nur soviel, es geht sehr langsam und nach bedeutenden Veränderungen oft damit oder der feste Körper braucht sehr viel Wasser dazu, ein Pfund z. B. brauche 70,000 Pfund Wasser und mehr hiezu.

Das Wasser kann also von allen festen Stoffen der Erde enthalten, von dem einen mehr, von dem andern weniger. In einem Wasser, in dem man kein Eisen chemisch finden konnte, entstanden kleine Thierchen, wie sie nur das Vergrößerungsglas zeigt, welche einen Eisenpanzer hatten. In den Bächen, die aus den kalkärmsten Urgebirgen strömen, bildet sich die Perlmuschel ihre Kalkschale und gerade in kalkreichen Wassern stirbt sie, so sehr wissen diese Thiere die kleinsten Mengen der im Wasser gelösten Stoffe zu finden und für sich zu verwenden. Da aber das meiste Wasser durch die obere Erdkrume, also durch den Boden des Landwirthes zieht, so enthält es auch ganz insbesondere die Bestandtheile der Ackerkrume, jedoch in ganz verschiedenem Verhältnisse. Das rührt davon her, weil die kleinen Erdtheilchen der Krume die Fähigkeit haben, gewisse Stoffe sehr fest zu halten, wie z. B. das Kali, die Phosphorsäure, die Kieselsäure, das Ammoniak; andere lassen sie wieder leicht fahren, wie die Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure, auch Natron und Kalk.

Diese Kraft der Erde, gewisse für die Pflanzen sehr wichtige Nährstoffe fester zurückzuhalten, ist sehr werthvoll für den Landwirth; aber sie hat doch bald ihre Grenzen, denn die durch die Krume ziehenden Wasser enthalten von allen diesen Stoffen und ein unbebautes Feld wird trotz fortgehender Verwitterung nicht unbegrenzt reich an Pflanzennährstoffen.

Fig. 12.



Durch einen unterirdischen Regenmesser (Fig. 12) der von a—b mit Erde gefüllt ist, bei b einen Siebboden hat, in c—d den durch die Erde gegangenen Regen auffängt, kann man auch diese Stoffe ermitteln. Das Gefäß wird in Erde gegraben und zeitweise in e abgelassen.

§. 5.

Das Meerwasser.

Mit Ausnahme einiger Mineralquellen enthält das Meerwasser die meisten Stoffe gelöst, an 3,5 Procent, so zwar daß es salzig, bitter, unangenehm schmeckt und als Getränk nicht gebraucht werden kann. Wenn man bedenkt, daß von allen Strömen und Flüssen welche sich ins Meer ergießen, immerfort ungeheure Massen solcher

aus dem Festen der Erde aufgelösten Stoffe geführt werden und daß vom Meer selbst nichts wegfließt, sondern nur reines Wasser verdunstet, so sollte dasselbe eigentlich immer salziger und bitterer, d. h. reicher an solchen Stoffen und allmählig für die ganze darin wohnende Thierwelt unbrauchbar werden. Das müßte eben so gewiß der Fall seyn, als das Wasser eines Topfes immer reicher an Salzen wird, wenn man immer neues Wasser zugießt und das alte verdampft. Aber die Natur hat hier durch scheinbar sehr kleine Mittel ungeheuer Großes, nämlich das Gleichbleiben des Salzgehaltes des Meerwassers bewirkt, indem sie unzählige Milliarden kleiner, größtentheils mikroskopischer Thierchen schuf, welche das Uebermaß solcher Stoffe sich aneignen und unlöslich machen und so zum Mineralreich nach ihrem Tode zurückführen, von woher alles gekommen ist. Diese Thierchen, die Kiesel-, Kalk- und Eisenpanzler, vermögen den kohlensauren Kalk, Kieselsäure und Eisenoxyd in sich aufzunehmen und in fester Form wieder als Hülle abzuscheiden. Auch mit Phosphorsäure, Jod und Schwefel sind sie es in anderer Art zu thun im Stande, seltener jedoch mit Bittererde. Für diese, wie für die Alkalien und Chlor treten dann vorzüglich die Meerespflanzen ein, welche jene Sammlung gelöster Substanzen fortsetzen.

Der Schlick der Nordseeküste, der als Dünger von den Moorbauern benützt wird, besteht großentheils aus solchen Kalkpanzlern.

Mit Ausnahme dieses Schlicks jedoch liefert das Meerwasser sonst kaum etwas den Pflanzenbau förderndes für Landwirthe. Zwar werden Meerespflanzen da und dort als Dünger gebraucht, jedoch mit sehr mittelmäßigem Erfolg. Wo das Meerwasser die Küsten und damit Wiesen und Weiden überfluthet, entsteht eine eigene Vegetation von salzliebenden Pflanzen, welche landwirthschaftlich ohne besonderen Werth sind. Doch sahen wir da und dort Rinder darauf spärliche Weide finden. Daß Kochsalz allein Niemand ernährt, weiß man, aber auch daß es eine vortreffliche, ja unentbehrliche Zugabe oder ein Gewürz ist. Auch den Pflanzen nützt es als Zugabe zu anderen Düngerbestandtheilen sehr viel, wie uns Versuche lehrten, für sich allein aber macht es, reichlich angewandt, den Fleck öde, wo es hinfiel, was die Alten recht wohl wußten, wenn sie eine Stadt vernichten wollten und zum Zeichen dessen Salz auf den alten Standort streuten.

Die Dünste, welche vom Meer aufsteigen, führen übrigens je näher am Meere um so mehr Kochsalz mit sich und die Regen führen in weiter Entfernung von der Küste noch Kochsalz vom Meere den Böden des Festlandes zu.

§. 6.

Das Süßwasser der Quellen, Bäche und Flüsse.

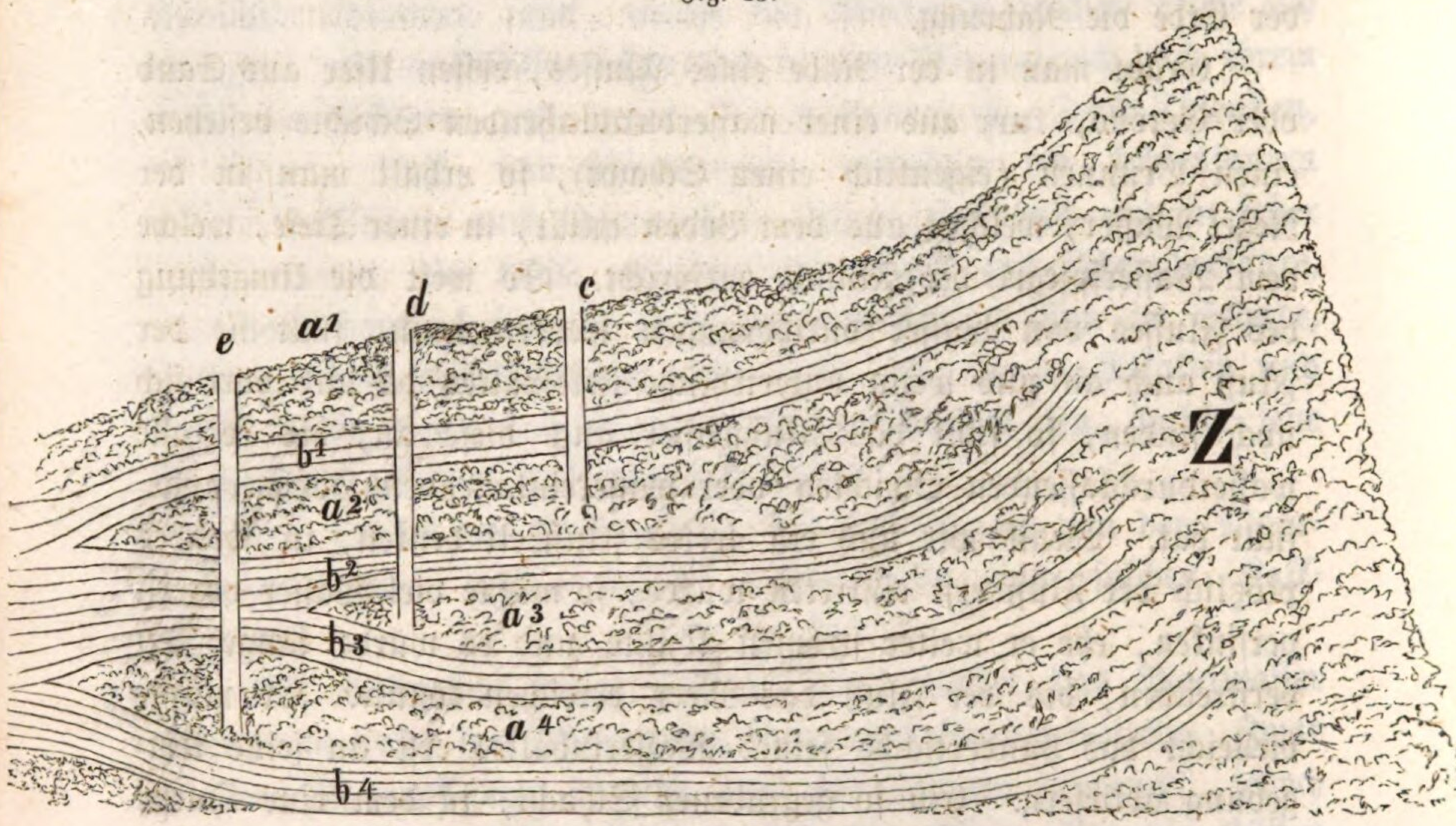
Das Wasser des Regens, Schnee's, Thaues, also die sogenannten Meteorwasser, dann der Bäche, Flüsse, See'n, des Meeres, des schmelzenden Eises der Gletscher, liefert allen unseren Quellen der Erde die Nahrung.

Gräbt man in der Nähe eines Flusses, dessen Ufer aus Sand oder Gerölle, kurz aus einer wasserdurchlassenden Schichte bestehen, einen Brunnen (eigentlich einen Schacht), so erhält man in der Regel Wasser, welches aus dem Boden quillt, in einer Tiefe, welche dem Wasserspiegel des Flusses entspricht. So weit die Umgebung des Flusses von Wasser durchdrungen werden kann, füllt sie der Fluß auch an und wenn unterirdische Felsspalten da und dort sich noch finden, so füllt das Flußwasser auch diese an, bis es alle wasserdurchlassenden Schichten oder wassereinlassenden Höhlen angefüllt hat. Wenn wir uns ein leeres Flußbett denken, in welches plötzlich der Fluß erst eintreten würde, so müßte viel Wasser vorerst versinken, ehe er weiter strömen könnte und es würde lange Zeit verstreichen, bis der Fluß das Meer erreichen könnte. Er müßte vielleicht das hundertfache seines Wasserinhaltes erst an seine Umgebung abliefern. Ein so gegrabener Schacht, in dem eine Quelle auftritt, heißt in der Regel **Brunnen** und nicht Quelle, Quelle wird nur ein offener Abfluß von Wasser genannt. Aber alle Quellen rühren von solchen Wassersammlungen im Innern der Erde her, als z. B. von Flüssen, wie oben gesagt, wenn an irgend einer Stelle das Ufergelände sich wieder senkt, oft weit vom Fluß selbst entfernt, und durch eine Spalte oder Oeffnung das Grundwasser ausfließen läßt; oder sie rühren von ganzen oder theilweise versinkenden Bächen her, wie uns viele Beispiele bekannt sind; oder von hochgelegenen See'n und schmelzenden Gletschern, von unterirdischen Wassersammlungen, welche tief unten beständig abfließen (ständige Quellen), oder nur am oberen Rande und also nur dann, wenn sie voll sind (periodische Quellen), oder gar nur, wenn gerade

häufige Niederschläge durch eine Spalte in die Wassersammlung gedrungen und diese gefüllt haben (Hungerquellen).

Die Meteorwasser dringen in die Erde ein, so weit sie wasserdurchlassende Schichten finden. Es wechseln aber in der Erde wasserdurchlassende Schichten mit solchen ab, welche Wasser nicht durchlassen, z. B. auf Kiesgerölle folgt ein Lehm- oder Thonlager, oder gar Felsen. Nach diesen kann aber wieder Gerölle oder Sand kommen. So z. B. zeigt im Bilde a immer das Gerölle, b die Thonschichte an.

Fig. 13.



Es kann nun Wasser in allen Schichten a enthalten seyn, in die obere durch Regen und Schnee rc., in die unteren durch seitliche Zuflüsse, wo die Schichten an andere wasserdurchlassende stoßen. Letzteres geschieht nun gerne da, wo sich wie man es nennt, die Schichten auskeilten und durch andere erhobene Bergmassen ungeschichteter Art mit gehoben wurden. Die Figur zeigt das Beispiel.

Es ist klar, daß in a 2 sich die Wasser, welche etwa von den Spalten des gehobenen Berges Z bei x eindringen, zwischen den Wasser nicht durchlassenden Schichten b 1 und b 2 spannen werden. Bohrt man bis in sie hinein ein Loch, so wird Wasser heraussprudeln, oft des Druckes wegen, namentlich Anfangs, sogar hoch

springen. Man hat dann einen artesischen Brunnen oder eine künstlich erbohrte Quelle, wie bei c. Man kann neben diesem bei d etwa noch einen erbohren oder bei e, ohne den anderen zu schaden. Die günstigsten Punkte für das Bohren zu solchen Quellen finden sich an der Grenze zwischen geschichteten und ungeschichteten Gebirgen.

Die guten trinkbaren Quellen enthalten im großen Durchschnitt an $\frac{5-6}{10{,}000}$ feste Bestandtheile gelöst, sie sind noch brauchbar, wenn sie selbst in 1000 Theilen 1—2 Theile indifferent schmeckende Mineralbestandtheile haben, aber sie sind dann doch schon schlechte Trinkwasser; wenn in 10,000 Theilen Wassers mehr different schmeckende und wirkende Mineralbestandtheile gelöst sind oder auch viel Gase, z. B. Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff ꝛc. aufgesaugt sind, dann werden die Quellen allmählig zu Mineralquellen und sie heißen schon stark, wenn sie 1—3 Procent feste Stoffe enthalten. Das Wasser, welches durch 6 Zoll hohe Bodenschichten zieht, wie sie unsere Ackerfelder, die Krume, zeigen, hat oft auch 1 pro mille feste Bestandtheile, d. h. etwa 1 Pfund in 1000 Pfund Wasser.

Je mehr das Wasser Kohlensäure enthält, um so mehr Mineralbestandtheile löst es; andere Gase helfen noch mehr dazu. Reines Wasser (Quellwasser) enthält mehr gelöstes als trübes.

Mit Hülfe der Kohlensäure lösen sich im Wasser kohlensaurer Kalk, kohlensaure Bittererde und etwas phosphorsaurer Kalk oder Knochenerde.

Wenn die Wasser viele Salze enthalten, so heißen sie hart, wenn wenige, weich. Das Meerwasser ist begreiflich immer hart, Regenwasser immer weich. Auch das Flußwasser ist meistens weich, doch nicht immer. Oefter ist das Quellwasser hart.

Im harten Wasser kochen Hülsenfrüchte schwer weich und gerinnt die Seife in Flocken, d. h. man kann nicht gut damit waschen. Die Flocken sind eine Art Erdseife (Kalkseife zumeist). Wenn solche harte Wasser gekocht werden, verlieren sie Gase und damit die Auflösungsmittel mancher Salze, die dann wie der Gyps zu Boden fallen und den Kesselstein, Pfannenstein und dergleichen in den Töpfen bilden. Sie werden auch schon durch Stehen an der Luft weicher oder wenn man Laugen dazubringt.

Man erkennt, ob ein Wasser hart ist, schon durch das

Zutröpfeln von etwas Seifenspiritus in ein Glas solchen Wassers. Entsteht ein Niederschlag, so ist das Wasser hart, denn es hat sich eben Kalk- oder Bittererdeseife gebildet. Der Seifenspiritus ist nichts als Weingeist, in dem man geschabte Seife aufgelöst hat.

Die Quellen enthalten in der Regel viel weniger Luft, als das Bach- oder Flußwasser, und der Sauerstoffgehalt dieser Luft ist nicht größer als jener der Atmosphäre.

Quellen, welche nahe an Abtritten, Miststätten, Jauchegruben ꝛc. sich befinden und aus dem Grundwasser daselbst ihren Ursprung nehmen, wie dieß bei den meisten Brunnen in Städten und Dörfern der Fall ist, enthalten häufig auch organische Stoffe von eben jenen Abtritten und Miststätten. Man findet das leicht, wenn man viel Wasser davon vorsichtig eindampft und den Rückstand mit Weingeist und Aether auszieht und diese verdampfen läßt. Man findet dann neben einigen Bittererdesalzen sehr viel Uebelriechendes, und Mancher, der es sehen könnte, würde sich bedanken, Wasser von einem Brunnen zu trinken, der in eine lockere Kiesschichte geht und einige Schritte neben sich das Abtrittloch oder die Schweingrube hat.

Gute Quellen, welche nicht zu seicht unter dem Boden ihre Sammelwasser haben, zeigen nahezu die mittlere Temperatur des Ortes, wo sie sich bildeten; sie haben die Temperatur des Bodens, der sie umgibt, und da dieser bei einiger Tiefe, wie wir oben schon sagten, nicht sehr von der Wärme der Sonne wie von jener des Erdinnern verändert wird, so ist eben jene Temperatur die mittlere des Ortes überhaupt, bei uns meistens der Eis- und Schneedecke des Winters wegen noch etwas höher. Im Verhältniß zur mittleren Luftwärme ist das Grab bei uns nicht kühl, es ist wärmer als außer ihm.

Gute Quellen haben im Flachlande Deutschlands meistens zwischen 5—8° R. und ernähren die Brunnenkresse, einige Wasserranunkeln, den Wassermerk und andere den sogenannten Forellenbächen eigene Pflanzen. Alle Lachsarten, die Salmoniden, laichen in ihnen, auch Hechte wachsen noch in denselben. Solche Quellen erscheinen natürlich im Winter warm, wenn die Luft oft weit unter 0° erkältet ist, sie aber noch immer 5—8° R. haben und dabei rauchen, d. h. ihren Wasserdampf, der gleich gefriert, sehen lassen. Im Sommer scheinen sie dem, der in einer Sommerwärme

von 30° oft schwitzt, natürlich eiskalt. Sie sind aber im Winter und Sommer gleich warm und schwanken nur zwischen ½—1 Grad auf und nieder. Ihrer Wärme wegen beginnt auch im Frühling an ihren Rändern die Vegetation sehr bald.

Die Flußwasser sind, je entfernter sie von ihren Quellen sind, um so ärmer an Salzen, aber meist um so reicher an bloß in Wasser schwebenden, nicht gelösten Theilen.

Je mehr Regenwasser, zu Tag abfließend und Erdtheile mit fortreißend und schwemmend, in die Flüsse fällt, um so ärmer an Salzen sind letztere. Rheinwasser enthielt im reinen Zustande einmal in 10,000 ganzen Theilen nur 2,8 feste Bestandtheile, darunter der kohlensaure Kalk fast ein Ganzes ausmachte.

3/10	davon waren	schwefelsaurer Kalk,
2/10	" "	" Magnesia,
1/10	" "	Kieselsäure,
1/10	" "	Thonerde,
4/10	" "	kohlensaure Magnesia,
4/10	" "	organische Stoffe,
6/100	" "	Kochsalz.

Wenn Einer von solchem Wasser auf eine Wiese von 40,000 Quadratfuß Fläche zur Bewässerung auch 40,000 Cubikfuß Wasser brächte und diese wögen 2,000,000 Pfunde und alle feste Bestandtheile blieben beim Einsinken des Wassers in der Krume zurück, so hätte er 560 Pfund feste Bestandtheile als Pflanzennahrung der Wiese zugeführt, was schon sehr bedeutend ist. Aber nur der Masse, nicht der Beschaffenheit nach, denn es fehlt Kali und Phosphorsäure gänzlich und auch stickstoffhaltige Substanzen werden selten seyn. Darum reicht auch die Bewässerung der Wiesen allein, ohne Zugabe von Dünger, für die Länge nicht aus, die höchsten Erträge von einer Wiese zu gewinnen. Auch führt das Wasser begreiflich viele Stoffe aus der Wiesenkrume mittelst Auslaugens in den Untergrund, insbesondere die vom Boden nicht sehr zurückgehaltenen Stoffe, wie z. B. salpetersaure Salze, Chlorverbindungen.

Aber Flüsse und Bäche führen oft in ungeheuren Massen Stoffe mit sich, welche die Fluthen von der Erde und den Steinen losrissen und losspülten. Von diesen Massen setzten sich in der Ruhe zuerst die Steine (Gerölle), dann der Sand, endlich auch der Schlamm aus dem Wasser nieder. Wenn ein Fluß im Durchschnitt

des ganzen Jahres 1 Pfund feste Bestandtheile schwebend in 1000 Pfund Wassers dem Meere zuführt; so hat er in 1000 Jahren soviel solchen Schlamm und Sand fortgeführt, als seine ganze Wassermasse in einem Jahre schwer ist. Das ist begreiflich nicht wenig und man kann sich leicht erklären, wie an manchen Mündungen der Flüsse ins Meer große Inseln, Versandungen, sogenannte Deltas entstehen, abgesehen von den ungeheuern Massen, welche Sturm und Fluth wieder ins weite Meer führen, um sie auf den tieferen Grund fallen zu lassen. Man kann auch denken, wie bald man große unfruchtbare Strecken von Mooren und Haiden mit fruchtbarem Schlamm anschwemmen könnte, wenn Flüsse in der Nähe sind. Es geschieht dieß auch wirklich mit ausgezeichnetem Erfolg da und dort durch die künstliche Anschwemmung oder Alluvion.

Die Wärme des Flußwassers ist sehr verschieden, je nachdem sie kältere oder wärmere Länder durchströmen, rascher oder langsamer fließen, seichter oder tiefer sind.

§. 7.

Regen-, Schneewasser — Thau.

Da das Wasser der Wolken aus den Dünsten des Erdwassers entsteht, so ist es gleich destillirtem Wasser sehr arm an Salzen. Es enthält nur so viel, als von den Dünsten mit fortgerissen wird und in der Luft schwebend sich findet. Dieß ist in der Hauptsache aber doch nicht wenig, denn in der Luft ist namentlich wenn es längere Zeit nicht geregnet hat, viel Staub, selbst mikroskopische Thierbildungen trägt der Wind oft weit herum und organische Stoffe überhaupt, Kochsalz ist in der Nähe des Meeres im Wasserdampf der Atmosphäre. So kommt es denn, daß Regenwasser immer ziemlich viel von diesen Stoffen enthält, namentlich Kochsalz und Kalk, dann organische Stoffe, so daß es, längere Zeit stehend, in Fäulniß übergeht und übelriechend wird. Dieß ist noch mehr beim Thau der Fall, der oft gleich aus Dünsten niedergeschlagen wird, die in der Nähe aus Sümpfen entstanden sind.

Nach Gewittern enthält Regenwasser auch Salpetersäure und Salze derselben.

Endlich enthalten Regen und Schnee viele Gase und zwar zunächst atmosphärische Luft in verändertem Verhältniß, gewöhnlich 30 bis 32 Procent Raumtheile Sauerstoff, 68 Stickstoff und 1,2

Kohlensäure und 2,5 Raumtheile Luft in 100 Raumtheilen Wasser. Das kohlensaure Ammoniak der Luft enthalten sie gleichfalls in größeren aber sehr wechselnden Mengen, da es gleich anfangs ausgewaschen wird und spätere Regen dann nur wenig mehr davon enthalten.

§. 8.

Schädliche Wasser.

Man spricht in der Landwirthschaft, zunächst in der Lehre von der Bewässerung, viel von sauren, rauhen, faulen, kurz von schädlichen Wassern, die zur Bewässerung untauglich seyen.

Es ist wahr, Wasser, welche aus Urgebirgen, Granit, Gneus, Glimmerschiefer oder Quarz kommen, sind oft sehr arm an darin gelösten Mineralbestandtheilen. Ein solches Wasser gibt dann nur höchstens noch etwas Kohlensäure, vielleicht überflüssig, den Pflanzen und macht naß, d. h. es löst die im Boden schon vorhandenen Nährstoffe besser auf und bringt sie in eine den Pflanzenwurzeln mehr brauchbare Form. Auch kann es den Boden früher erwärmen, als es die Natur thut. Indessen sind aber solche arme Wasser doch noch zur Bewässerung sehr gut.

Anders soll es seyn mit den Moorwassern, den von Humusbildungen geschwärzten, stehenden, sogenannten sauren Wassern. Sie erzeugten auch saures Gras, wie das sey, was an ihren Ufern wachse. Wir haben in sehr vielen Mooren solche sie durchziehende Bäche und Quellen untersucht und nicht allein keine gefunden, die sauer schmeckten oder blaues Lackmuspapier rötheten, wie dieß die Chemiker verlangen, sondern sogar sehr viele mitten im Moore mit den trefflichsten Wasserpflanzen geschmückt, zwischen denen Forellen sich herumtummelten.

Langestehende kleine Moorpfützen färben allerdings das Lackmuspapier oft etwas röthlich, aber schwach. Aber die daran wachsenden Pflanzen sind nicht saurer, wie alle anderen ihrer Verwandtschaft. Saure Gräser nennen die Landwirthe nur alle schlechtnährenden, hartstenglichen, rauhen Simsen, Rohre, Saare und Riedgräser, die aber nicht sauer schmecken. Solche stehende Moor- oder Sumpfwasser enthalten übrigens oft 20 mal so viel pflanzennährende Salze, als die Fluß- und Bachwasser.

Wenn die Wiesen vorher trocken gelegt wurden und sonst eine

gute Bodenbeschaffenheit haben, so taugen diese sogenannten sauren Wasser sehr gut zur Bewässerung und machen kein saures Gras. Wenn freilich das Wasser über versumpfte Moorflächen laufen und sie in saftige Auen verwandeln soll, dann ist zu viel verlangt, das kann die süßeste Quelle auch nicht. Sie kann nur das alte Wasser verdrängen und durch neues, mehr Gase und andere Nährstoffe enthaltendes ersetzen, aber nicht die üble Beschaffenheit des Bodens selbst ändern.

Wenn Wasser von hineingeschütteten Fabrikabfällen verdorben sind, dann ist's begreiflich etwas ganz anderes. Auch gibt es Bäche, die zu viel doppeltkohlensauren Kalk führen, der sich dann allmählig als einfach kohlensaurer Kalk, als Sinter, niederschlägt, weil er einen Theil Kohlensäure an der Luft verloren hat und damit unlöslich geworden ist. Solche Wasser taugen nichts zum Bewässern.

Wasser von Teichen, in welchen viele organische Stoffe verfaulen oder absichtlich hineingebracht werden, wie z. B. beim Flachsröften, taugen sehr wohl zur Bewässerung von trockengelegten Flächen.

§. 9.

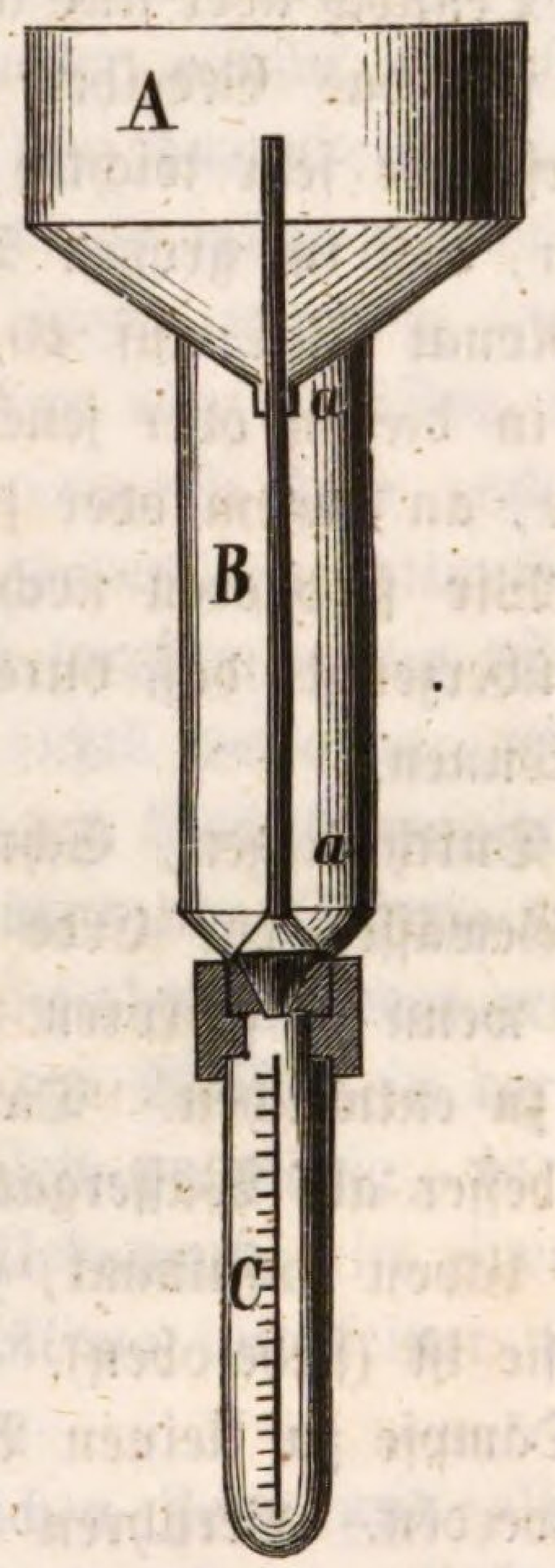
Regen und Schnee.

Für Deutschland und Mitteleuropa ist der Regen von so großer Wichtigkeit, daß man zu nasse und zu trockene Jahrgänge als gleichbedeutend mit unfruchtbaren und fruchtbaren hält. Aber nicht bloß Mitteleuropa, auch alle übrigen Länder erhalten durch die Menge Regen oder, besser gesagt, durch die Menge Feuchtigkeit, die der Erdoberfläche zufließt, den vorherrschenden Ausdruck für ihr Aussehen, so weit dieß die Pflanzenwelt bedingt. Eine Pflanze braucht nicht bloß eine bestimmte Menge von Wärme, sondern auch von Feuchtigkeit, und zwar in der Zeit ihres Wachsthums, ja selbst ihres Keimens, dann Wachsens und der Fruchtbildung, zunächst zum besten landwirthschaftlichen Gedeihen. Boden und Luft, damit pflanzennährende Salze und luftförmige Nährstoffe, sind auf der ganzen Erdoberfläche ziemlich gleich und ausreichend für die wilden Pflanzen überall vertheilt, aber von der Wärme und Feuchtigkeit hängt der Charakter oder das auszeichnende Merkmal der Pflanzenwelt ab.

Daß der Regen rechtzeitig falle, ist Hauptsache, denn daß er im großen Durchschnitt ein Jahr ins andere nicht sehr viel von einer mittleren Menge an einem bestimmten Ort abweiche, ist bekannt, wenn gleich die oberflächlichen Beobachter gleich von erschrecklichen Ausnahmen von der Regel reden. Das Jahr 18$^{57}/_{58}$ war ein sehr trockenes und doch fielen in Freising (Oberbayern) im Jahresdurchschnitt 276 Pariser Linien Regen, während aus 16jährigen Beobachtungen sich als Durchschnittsregenfall 370,9 Linien Höhe ergeben. Ein Normaljahr hat daselbst 148 Regentage, 1857 hatte deren 131. Auch die mittlere Temperatur war nur 7,04° R. während sie sonst 6,90° R. ist. Wie wird denn die Regenmenge eines Ortes gemessen?

Wenn man an irgend einem freien Orte, wo weder Mauern noch Bäume u. dergl. den Regenfall stören, ein Gefäß von bestimmter Fläche, z. B. einen Quadratfuß Fläche, aufstellt, so werden alle

Fig. 14.



A ein blechernes Auffanggefäß mit einer Oeffnung von $^1/_4$ Quadratfuß nach unten trichterförmig und vom Stiel eines messingenen Stöpsels (a) nicht ganz geschlossen.

B Wassergefäß.

C Glasröhre mit Theilstrichen, um nach Hebung des Stöpsels das Wasser abfließen und gleich messen zu können.

Regentropfen, die auf diese Fläche fallen, sich am Boden des Gefäßes sammeln. Wenn man nun alle 24 Stunden einen Maßstab

einsenkt, so wird man erfahren, wie viele Linien oder Zolle hoch Regenwasser auf 1 Quadratfuß Fläche an diesem Orte gefallen ist. Weil nun während dieser Zeit auch wieder viel verdunsten könnte, so bringt man am Grund des Gefäßes eine Oeffnung an, welche in ein unten angebrachtes enges, etwa graduirtes Gefäß führt, so daß man immer gleich ablesen kann, wie viele Zolle oder Linien in einer bestimmten Zeit gefallen sind, wenn man dieses Gefäß nach seinem Inhalt mit der Oberfläche des oberen Auffanggefäßes A rechnerisch ins Verhältniß gebracht hat. Man nennt ein solches Instrument einen Regenmesser. Leider sind ihre Angaben doch nur genau richtig für den Ort, wo sie aufgestellt sind, und nicht weiter, weil je nach der Höhe und Lage, in welchen sie stehen, der Regenfall schon sehr abweicht. Ein Regenmesser auf einem Thurm zeigt z. B. schon viel, oft die Hälfte weniger Regen an, als in der Ebene darunter, weil die Regentropfen dicker werden im Falle, und der Windzug, Berge, Wälder u. dergl. ändern gleichfalls vieles. Dennoch aber sind ihre Durchschnittsangaben im Großen richtig, aber für das Gedeihen von Kulturpflanzen sind oft schon kleine Unterschiede sehr wichtig, und es hilft dem Landwirthe wenig, zu wissen, daß im großen Durchschnitt z. B. 14,000 Cubikfuß Wasser im Monat Juli auf 40,000 Quadratfuß Fläche fallen, wenn sie eben in diesem oder jenem Jahre nicht oder in diesem oder jenem Thale, an diesem oder jenem Abhange nicht darauf fallen.

Wir sind eben noch im Anfange unserer Wetterstudien, aber doch überzeugt, daß durch sie uns noch sehr viel wird genützt werden können.

Durch Regen, Schnee, Thau und Nebel wird der Kreislauf der Gewässer der Erde erhalten. Alles Wasser strebt beständig, selbst wenn es gefroren ist, Dampfgestalt anzunehmen und in die Luft zu entweichen. Dieser Wasserdampf, unsichtbar in der Wärme und besser als Wassergas bezeichnet, erfüllt die Luft, welche um so mehr davon aufnimmt, je weniger sie damit gesättigt und je wärmer sie ist (siehe oben). Wird die Luft kälter, dann verdichten sich die Dämpfe zu kleinen Bläschen, die als Nebel und Wolken sichtbar werden. Berühren die Dämpfe sehr kalte Stellen, wie etwa durch Ausstrahlung erkältete Grasflächen, so schlagen sie sich nieder, vereinigen sich zu Tropfen und bilden den Thau.

Grasflächen verdunsten bei uns mehr Wasser als sie durch

Regen und Thau wieder ersetzt erhalten, aber das Untergrundwasser steigt durch Haarröhrchenkraft im Boden auf und liefert Zuschuß.

Je mehr Wasserflächen und je mehr Verdichtungsmittel des Wasserdampfes eine Gegend hat, um so mehr feucht wird sie bei gleicher Lage, Windrichtung und Wärme mit einer anderen seyn. Als Verdichtungsmittel sind uns vorzüglich die Wälder, namentlich in den Gebirgen bekannt.

Die aus den Ebenen von Winden an die Gebirgswände getriebenen, mit Wassergas erfüllten Luftschichten steigen hier aufwärts und finden dabei begreiflich immer kältere Luftschichten. Sie verwandeln dabei ihr Wassergas in Wasserdampf mit Bläschengestalt und hängen sich an die durch Ausstrahlung gleichfalls erkälteten Pflanzen, vorzugsweise an die massenhaften Waldbilder unserer Zone. Von hier als Nebel, Thau oder Regen auf den Boden zurückfallend, werden sie von diesem aufgenommen und, da die Ursachen zur Verdunstung geringer sind, in den Spalten und Wasser durchlassenden Schichten überhaupt ins Innere geführt, wo sie die Wasserbehälter füllen, welche in *geregelter* Ausgabe die Quellen *ständig* speisen. Wären die Wälder nicht, so würden Winde die Dunstmassen über die kahlen Bergrücken jagen und die zeitweise doch fallenden Regengüsse müßten unaufhaltsam über dieselben kahlen Wände in die Thalgründe schießen und gesammelt jene verheerenden Ueberschwemmungen verursachen, von denen wir zeitweise aus Ländern hören, die ihren Waldschatz nicht sorgsam genug pflegten.

Vom Wasser der Erde geht freilich nichts verloren, es mag och so hoch in den Luftraum steigen, der den Erdball umgibt. Es illt ebensoviel Regen jetzt wie vor Tausenden von Jahren. Aber dr Kreislauf kann an bestimmten Orten beschleunigt oder vermindrt werden, noch mehr, die Vertheilung des Wassers in der Luft kan geändert werden, so daß in einer Zeit zu wenig, in einer adern zu viel, oder in einer Gegend im Uebermaße, in einer andem mangelhaft gegen früher, also dem Klima und seiner Pflanwe nicht mehr entsprechend, niederfällt.

Wir leben in der gemäßigten nördlichen Zone und also in derGegend der veränderlichen Winde. Diese aber vertheilen die Dustmassen über die Erde und es hängen Regenniederschläge bei unsganz vorzüglich auch von den Winden ab.

Die vom Aequator in der obersten Schichte gegen den Nordpol zurückströmende Luft trifft bei uns im Sommer häufig auf die Ebene herab und schüttet als Südwest und West ihre Dunstmassen als Regen aus. Ostwind kann 13 Tage wehen, bis er einen Regentag macht, aber von zwei Tagen Westwind ist schon einer ein Regentag. Aber in Rußland und dem europäischen Osten ist dieß anders und der dort ankommende West bringt in der Regel heiteres Wetter, weil er seine Wolken schon bei uns entleert hat. Begreiflich ist's dort und bei uns umgekehrt mit den Ostwinden.

Unter den Tropen steigt die Regenmenge am höchsten, doch nicht überall. Es gibt dort Gegenden (den Wüsten zunächst), wo es gar nicht regnet und andere mit 274 bis 283 Zoll Regenhöhe für das Jahr.

Derselbe obere Luftstrom vom Aequator her trifft im Winter in Europa schon viel südlicher auf die Erde herab und macht daher in Südeuropa die starken Winterregen. Die tropischen Gegenden haben dann auf der nördlichen Erdhälfte im Sommer, auf der südlichen im Winter eine mehrere Monate anhaltende Regenzeit, auf welche wieder eine Monate dauernde Regenlosigkeit folgt. Dieß wechselt im Innern der Tropen zweimal im Jahr, weil auch die innere Grenze der Passate zweimal über sie weggeht. Unter den Tropen selbst gibt es nur eine nasse und eine trockene Jahreszeit. Doch regnet es in der nassen nicht immer, sondern in der Regel erst gegen Mittag zur Zeit der größten Tageswärme, dann aber massenhaft. Abends geht die Sonne heiter unter und früh heiter auf. Dort fällt oft auf einmal an einem Tage so viel Regen, als bei uns in einem halben Jahre. Wenn bei uns in 24 Stunden 4 Zoll Regenhöhe fallen, so entstehen schon die größten Ueberschwemmungen, so sehr sind unsere Bodenverhältnisse nur einem schwachen, aber immer wiederkehrenden Regenfall gewachsen.

Die Gegenden mit stärkstem Regenfall sind die Alpen, dann Südwestengland und Irland.

Letztere zählen auch die meisten Regentage, nämlich 208 im Jahre; Holland steht mit 187 in Rotterdam nahe. Für Deutschland im Allgemeinen werden 100 Regentage angegeben.

Die meisten Regentage und die größte Menge Regen fällt in Deutschland auf den Sommer, aber schon jenseits der Alpen, dann im ganzen westlichen und einem großen Theile des nördlichen

Europa herrschen die Herbstregen vor. Im südlichsten Europa, Süditalien, Griechenland, Sicilien regnet es den ganzen Sommer und einen guten Theil des Frühlings gar nicht, oft 5 bis 6 Monate lang und erst im Oktober beginnt die Regenzeit, daher diese Länder da, wo sie nicht künstlich bewässern können, fast nur Winterbau treiben können.

Man rechnet in großen Durchschnitten für die

Apenninen	34	Zoll	Regenhöhe	im	Jahr
Südfrankreich (Küstenland) .	24	"	"	"	"
Schweden und Norwegen . .	20	"	"	"	"
Holland	25	"	"	"	"
Großbritannische Ebenen . .	22	"	"	"	"
" Gebirge . .	37	"	"	"	"
Ungarn	16	"	"	"	"
Alpen	55	"	"	"	"
Nordrand der Alpen . . .	26	"	"	"	"
Norddeutsche Ebene	17	"	"	"	"

IV.

Luft.

§. 1.

Ihr Druck.

Nicht in einem Meere von Luft schwimmt der Erdball, sondern das ihn umgebende Luftmeer schwimmt mit der Erde zugleich im großen Weltenraum, den man sich mit etwas Formlosem, Zerstreutem, Unbegrenztem, dem Aether erfüllt denkt. Um die Erde, die eine abgeplattete Kugel ist, lagert sich auch in ähnlicher Form die Luft, die man daher Dunstkugel oder Atmosphäre genannt hat. Die Erde ist geformt, geballt, die Luft deßgleichen, aber der Weltäther nicht. In diesem schwimmen selbstleuchtende Sonnen, Planeten, Kometen, selbst Nebelflecken, aber nicht regellos. Unsere Erde, mit ihr die Luft, dreht sich um sich selbst und kreist um die Sonne.

Die Luft ist ein Körper, der da, wo er auf der Erde ruht, 800mal leichter ist als Wasser, aber doch drückt. Er drückt auf die in ihm schwimmenden Thiere (Vögel), er drückt auf die am Boden des Luftmeeres stehenden und gehenden Menschen, wie das Wasser auf den in ihm schwimmenden Fisch oder den auf seinem Boden kriechenden Krebs. Aber die Luft ist unten am Boden, d. h. nahe an der Erde, dichter und schwerer, als hoch oben auf den Spitzen der Berge oder weit darüber hinaus im Luftraum, der die Erde überall umgibt.

Je größer der Druck auf die Luft selbst ist, und die oberen Schichten drücken auf die unteren, um so geringer ist der Raum, den sie einnimmt, um so dichter ist sie. Sie ist also an der

Erdoberfläche und an den tiefsten Stellen derselben am dichtesten, am Meeresspiegel so schwer wie eine Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe oder 760 Millimeter, was gleich ist, oder von 364 Zoll hoch Wasser, immer bei gleicher Fläche, weil Wasser 13mal leichter als Quecksilber ist. Wenn die Luft nach der Erde zu noch tiefer sänke, also unter den Meeresspiegel und alles sonst gleich bliebe, so würde bei 10 Meilen Tiefe unter dem Meeresspiegel dieselbe so schwer wie Quecksilber selbst werden.

Es ist oft viel Redens von dem Druck gewisser Luftarten in unserem eigenen Körper (in der Brust und dem Bauche), gemacht und gesagt worden, daß diese dem äußeren Luftdruck das Gleichgewicht hielten, daß auf hohen Bergen, wo die äußere Luft viel weniger drücke, weil sie leichter werde, dann die Luftarten im Körper nach außen drückten und Blutungen aus Mund und Nase, selbst aus der Haut verursachten, aber große Bergsteiger haben nichts davon verspürt. Ich selbst habe schon oft Berge zwischen 6—10,000 Fuß Höhe über der Meeresfläche in den Alpen und in Südeuropa bestiegen, ohne etwas davon zu merken. Wer sich sehr anstrengt dabei, den kann wohl große Ermüdung und selbst Ohnmacht bis zu Blutungen befallen, aber das geschieht einem Schnellläufer im Thal auch zuweilen.

Es wohnen ja noch Menschen bei Potosa in Amerika 13,350 Fuß hoch über dem Meere und am Himalaya über 14,000 Fuß. Große Gelehrte stiegen auf Berge von über 18,000 Fuß Höhe ohne alle die bezeichneten Uebel, und Gay-Lussac stieg in einem Luftballon über 21,000 Fuß und machte physikalische Beobachtungen.

Die Luft drückt also auf sich selbst, die oberen Schichten auf die unteren, die Luft läßt sich zusammendrücken um mehr als das hundertfache, aber da sie zugleich elastisch ist, dehnt sie sich, frei gelassen, auch wieder überall hin aus. Und doch wechselt ihr Druck regelmäßig alle Tage so, daß er zu einer gewissen Zeit am größten, zu einer andern am geringsten ist, was je nach dem Orte der Erde sich sehr verschieden erweist.

Bei uns bemerkt man wegen der sonst durch die Witterung hervorgerufenen häufigen Schwankungen im Luftdruck fast nichts von diesen regelmäßigen Zu- und Abnahmen, aber leicht in den Gegenden mit ständigerem Wetter, in den heißen Strichen nahe am Erdgürtel.

Durch ihren elastischen Druck auf sich selbst erhält sich die Luft im allgemeinen im Gleichgewicht. Aber wie hoch die Luft die Erde umgebe, ist noch nicht sicher festgestellt. Da nämlich die Luft immer dünner wird, je höher man steigt und man erhielt schon Luft aus einer Höhe von über 20,000 Fuß, so ist schwer zu sagen, wo sie aufhört und was überhaupt da ist. Gibt ihr an den äußersten Grenzen der Weltäther (so nennt man das, was den Weltraum erfüllt) Widerstand? Wenn man eine gewisse Dichtigkeit der Luft als letzten Grad annimmt, dann berechnen die Meisten die Höhe des Luft- oder Dunstkreises auf 10 Meilen, ihr Gesammtgewicht aber auf ein Milliontel der Erdmasse.

Da die Erde im Durchmesser 1718 Meilen hat, im Halbmesser rund 860 Meilen, so ist diese 7—10 Meilen hohe Luftschichte nur ein kleiner Streifen, der, wenn man ihn um einen Globus ziehen oder darstellen wollte, nur einen sehr kleinen Theil des Halbmessers der Erde (der Linie, die von der Oberfläche einer Kugel bis zum Mittelpunkt derselben gezogen gedacht wird), ausmachen würde.

§. 2.

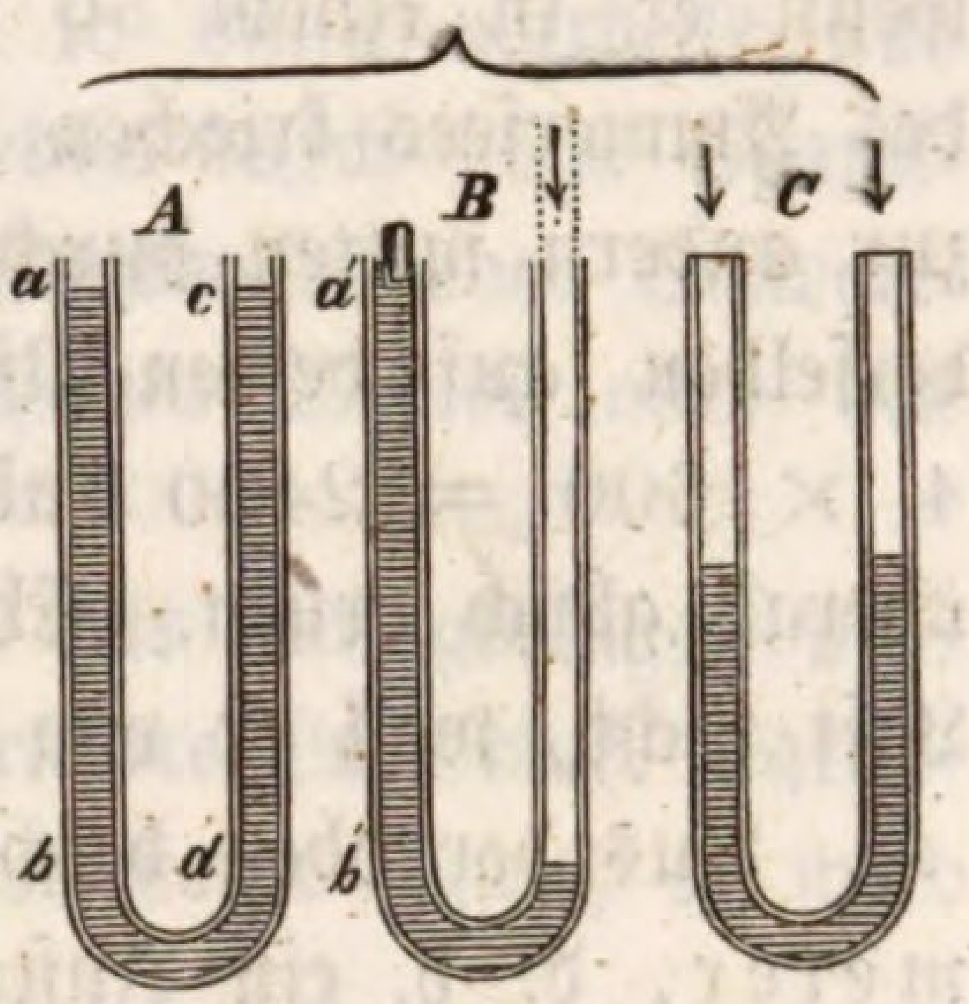
Der Luftdruckmesser oder der Barometer.

Der Druck der Luft läßt sich nachweisen durch die Luftpumpe, ein Instrument, durch welches man Luft aus einem Gefäße so lange herauszieht oder pumpt, bis dasselbe nur mehr höchst verdünnte Luft oder, wie man sich ausdrückt, einen luftleeren Raum enthält. Eine Hollunderbüchse, wie sie die Kinder zum Spielen benützen, ist eine Luftpumpe, wenn der Stößel und Pfropf die Röhre gut ausfüllen oder gut schließen. Ist der erste Pfropf gut und luftdicht eingekeilt und man zieht den Stößel zurück, so geht das sehr schwer und er fährt, wenn man ihn losläßt, oft von selbst wieder in das Rohr. Von selbst? Nein, sondern weil ihn die äußere Luft dahin drückt, wo keine ist, die ihr das Gleichgewicht halten könnte. Wird der Stößel rasch herausgezogen, so stürzt die äußere Luft in die luftleere Röhre mit Geräusch, man hört einen schwachen oder stärkeren Knall. Bringt man nun einen zweiten guten Pfropf vor die noch leere Oeffnung und stößt ihn in die Röhre, so wird die jetzt darin enthaltene Luft, die nicht mehr entweichen kann, zusammengepreßt. Dem Druck widersetzt sich ihre Elasticität bis sie siegend

den ersten Pfropf mit Geräusch hinausschleudert, um wieder frei in die umgebende Luft zu fließen.

Nimmt man eine gebogene Glasröhre, deren zwei Schenkel wenigstens 36 Zoll lang sind, und füllt man sie beide mit Quecksilber an, setzt dann auf eine Schenkelöffnung einen luftdicht schließenden Pfropf und läßt aus dem anderen Schenkel einen Theil Quecksilber auslaufen, stellt dann die Röhre wie sie zuerst stand, so zeigt sich das merkwürdige, daß in beiden Schenkeln derselben das Quecksilber jetzt nicht mehr gleich hoch steht, was doch Anfangs der Fall war. Die Ursache ist, daß die Luft auf das Quecksilber in Schenkel b drückt und da der Schenkel a luftdicht verschlossen ist, so drückt sie nicht mehr auf a, d. h. sie hält im Schenkel a nicht mehr der Luft im Schenkel b das Gleichgewicht und darum steht das Quecksilber ungleich hoch in den zwei Schenkeln der Röhre. Und doch ist unter dem Pfropfe noch ein kleiner leerer Raum, das ist der völlig luftleere Raum, der begreiflich ganz rein seyn muß, wenn alles zutreffen soll.

Fig. 15.



Wenn man an Röhren mit Schenkeln, die etwa 36 Zoll lang sind, diesen Versuch macht, so findet man, daß die im Schenkel a stehende Quecksilbersäule immer 28 Pariser Zoll lang ist, wenn man in der Niederung am Meeresufer oder auf dem Meere sich befindet. Steigt man von da auf einen Berg, so sinkt die Quecksilbersäule immer mehr, je höher man steigt, weil die Luft immer dünner und leichter wird, also nicht mehr so schwer drückt, wie unten am Meere.

Wenn also die Luft einer Quecksilbersäule, die z. B. 1 Quadratzoll breit ist, dem Quecksilber von 28 Pariser Zoll Höhe das Gleichgewicht hält, so wiegt die Luftsäule, die unten 1 Quadratzoll im Querschnitt hat, so hoch sie immer seyn mag, doch nicht mehr, als diese 28 Pariser Cubikzoll Quecksilber, denn wir haben ja beide genau gewogen und Luftschichte und Quecksilberschichte haben bei gleichen Durchmessern sich das Gleichgewicht gehalten. Da nun die 28 Pariser Cubikzoll 14⅘ Pfund wiegen, so wiegt die Luftsäule, deren Höhe nicht genau bekannt, deren Querschnitt aber auch 1

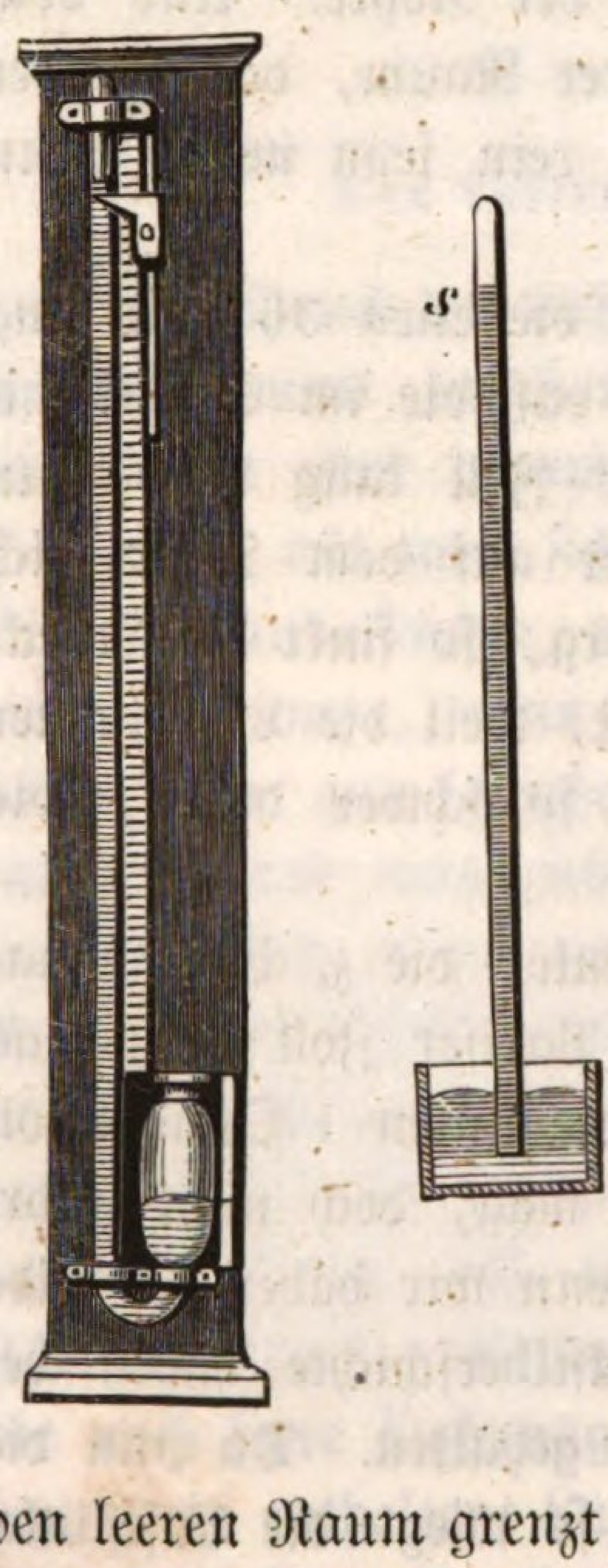
Quadratzoll ist, ebenfalls 14⅘ Pfund und auf jeden Quadratzoll der Oberfläche eines Körpers, der auf der Erde ist, drückt ein gleiches Gewicht Luft unten am Boden, an der Meeresfläche.

Hat ein Mensch z. B. 1400 Quadratzoll Oberfläche, so drückt die Luft mit einer Schwere von 1400 × 14,8 auf ihn, also mit 20,720 Pfunden oder 207 Centnern.

Auf einen Krebs, der 4 Quadratzoll Oberfläche hat, drückt, wenn er in einem 50 Fuß tiefen Wasser kriecht (und die Krebse des Ammersees kriechen noch viel tiefer, von einer Seite des Sees zur andern mitten durch ihn, was man an der verschiedenen Farbe derselben auf beiden Ufern erkennt) auch eine Wasserschichte von 4 × 600 = 2400 Cubikzoll, aber sie beschwert ihn nicht, weil sie überall gleich drückt. Ebenso empfindet der Mensch den Druck der Luft nicht, weil er von allen Seiten erfolgend sich aufhebt.

Aus der oben beschriebenen Glasröhre nun läßt sich ein Barometer, d. h. ein Instrument zum Messen der Schwere der Luft, machen. Man nimmt dazu nur eine Glasröhre von 3—4 Linien Weite, 36—40 Zoll lang und schmilzt sie an einer Seite zu, füllt sie hierauf mit Quecksilber und kocht dieses, um ja alle Luft auszutreiben. Dabei gehen Quecksilberdämpfe weg, die sehr giftig sind, was schon mancher arme Barometer- und Thermometermacher zu spät erfuhr und mit seinem Leben dafür zahlte. Kehrt man nun die Quecksilberröhre mit daraufgehaltenem Finger so um, daß das untere offene Ende in eine Schüssel wieder mit Quecksilber gefüllt getaucht wird, so bleibt das Quecksilber in der Röhre nur 28 Zoll hoch stehen (an der Meeresfläche begreiflich und wenn keine Störungen im Luftkreis stattfinden).

Fig. 16.



Wenn man nun an die Quecksilberröhre ein Papier anklebt und macht an dem oberen Ende, wo das Quecksilber an den leeren Raum grenzt, Striche, so wird das Quecksilber bald über einen der Striche oder alle steigen, bald sinken, d. h. es wird die

Veränderungen in der Schwere der Luft anzeigen. Es wird bei sehr gewaltigen Stürmen oder Orkanen, bei großen Gewittern oder Erdbeben gewaltige Sprünge, zumeist herunter, auch manchmal hinauf machen, weil eben die drückende Luftschichte sehr verändert wird. Eine nur schwache, aber am Barometer doch schon recht gut sichtbare Aenderung für den Luftdruck macht die Zumischung von Wasserdunst. Wenn es recht warm und trocken ist, dann ist gerade recht viel Wasserdunst in der Luft, aber so dünn vertheilt und daher so elastisch, daß er den Luftdruck eben durch seine Spannkraft noch vermehrt. Da steigt denn der Barometer oder Schweremesser und die Leute sagen, es wird schönes Wetter oder das schöne Wetter hält an.

Ist die Luft mit grobem Wasserdunst mit nur geringer oder keiner Spannkraft versehen, so wird der frühere Luftdruck begreiflich vermindert und der Barometer fällt, die Leute sagen, es wird schlechtes Wetter.

Man erkennt mit anderem, ob ein Barometer gut ist, wenn man ihn neigt, daß dann sich das Rohr am oberen leeren Raume vollkommen mit Quecksilber füllen muß. Das ist ein Beweis, daß noch keine Luft in den Barometer gedrungen ist, was freilich nach längerer Zeit immer geschieht, sich aber durch neues Auskochen auch wieder heben läßt.

Bei uns gilt als Regel, daß mit einer Höhe von 73 Fuß das Quecksilber im Barometer um eine Linie sinkt. Alles Uebrige ohne Einfluß genommen, so müßte also Jemand, der von der Ebene bei 28 Zoll Barometerstand auf einen Berg steigt, die Höhe dieses messen können. Gesetzt er fände, auf der Spitze des Berges angekommen, daß der Barometer nur mehr 18 Zoll hoch stünde, so wäre er um 10 Zoll oder 120 Linien gefallen. Da eine Linie 73 Fuß wäre, so müßte der Berg 8760 Fuß hoch seyn. Er ist aber bedeutend höher.

Das kommt davon her, daß die Dichtigkeit des Dunstkreises von unten nach oben abnimmt und man höher hinauf immer eine größere Luftstrecke durchwandern muß, um soviel Luft zu demselben Druck zu erhalten, die unten dazu nöthig war. Man muß z. B. da, wo das Quecksilber, dessen 28 Zoll in 336 Linien getheilt worden, nur auf 14 Zoll oder 168 Linien steht, also auf der Hälfte seiner ursprünglichen Höhe an der Meeresfläche, 146

Fuß hoch steigen, also noch einmal so hoch, wenn es wieder um eine Linie sinken soll. Die Physiker haben diesen Einfluß des immer größeren Luftraumes zur Erzeugung desselben Druckes bei verschiedenen Höhen berechnet und darnach Tafeln aufgestellt, mit denen man seinen Barometerstand doch immer richtig auf die Höhe, in der man sich befindet, berechnen kann. So ist z. B.

28 Zoll		= 336 Linien	gleich	einer	Höhe	von		0	Fuß
27 „	11‴	= 335	„	„	„	„	„	73	„
27 „	10‴	= 334	„	„	„	„	„	146,218	„
27 „	9‴	= 333	„	„	„	„	„	219,655	„
27 „	8‴	= 332	„	„	„	„	„	293,312	„

Aber die Tabelle thut es doch auch noch nicht ganz. Denn da die Wärme sowohl die Luft ausdehnt, also dünner macht, wie die Kälte sie dichter und schwerer macht, da ferner ebenso die Wärme das Quecksilber ausdehnt, die Kälte es zusammenzieht, so ist klar, daß neue Quellen von Irrungen sowohl hier, wie in dem Wechsel der Erdschwere den Polen zu zunimmt, und in den Barometerschwankungen überhaupt liegen, welche zu lösen nur dem Fachmann zustehen kann.

§. 3.

Landwirthschaftliche Regeln für den Gebrauch des Barometers.

Vorerst sollte Jeder, der den Barometer [1] gebrauchen will, wissen, daß man den mittleren Stand des Barometers, d. h. den Stand, der dem veränderlichen Wetter entspricht, wo es weder schön ist noch regnet, aber zu einem von beiden zu kommen Miene macht, selbst finden muß und sich nicht auf den Strich des Barometermachers, wo er „veränderlich“ hinschrieb, verlassen darf, einmal weil der Strich oft leichtsinnig gemacht wird und dann vielleicht in einer sehr entfernten Gegend mit oft sehr verschiedenem Luftdruck und anderen Verhältnissen. Hat man also durch einjährige Beobachtung das „veränderlich“ für seine Gegend gefunden und den Barometer an ein und derselben Stelle in Ruhe gelassen, so kann man sich die übrigen Wetterpunkte leicht machen, denn sinkt

[1] Die wissenschaftliche Schreibart will „das Barometer“ gesagt wissen, wohl weil μέτρον unbestimmten Geschlechtes ist. In populären Schriften ist's verzeihlich, die Sprachweise des Volkes, wenn es Fremdwörter betrifft, möglichst beizubehalten.

er unter „veränderlich", so ist Regen zu erwarten, steigt er darüber, schönes Wetter. Aber das hat alles viele Ausnahmen. Ein erfahrener Praktikus gibt für Mitteldeutschland noch folgende Regeln an.

„1) Steigt das Quecksilber schnell (in einem Tag) hoch hinauf: so kommen zwar Sonnenblicke, allein das gute Wetter ist von keiner Dauer, und man kann sich bei der Ernte gar nicht darauf verlassen. Liegt daher das Heu oder Getreide schon, so nehme man so viel Hände als möglich, um durch Wenden, Binden ꝛc. einen Theil oder den Rest nach Hause zu bringen.

Deßgleichen bringt schnelles Fallen nicht immer Regen, wohl aber oft starken Wind und das Wetter ist überhaupt unbeständig.

2) Von Gallus an bis zu Dreikönig und von Lichtmeß an bis zu 40 Märtyrer ist sich auf den Stand des Barometers wenig zu verlassen.

3) Hauptregel: Ein langsames mehrere Tage dauerndes Steigen des Quecksilbers deutet auf anhaltend trocknes, ein langsames Fallen des Quecksilbers auf anhaltend schlechtes Wetter; und zwar kann man mit ziemlicher Zuverlässigkeit darauf gehen. So viele Tage lang als das Quecksilber bei schlechtem Wetter steigt, „so viele Tage fällt es wieder bei fortdauernd gutem Wetter." Das ist die Hauptregel für den Bauern; denn da kann er seine Erntearbeiten mit ziemlicher Gewißheit darnach einrichten, wenn er weiß, wie lange es gut bleibt, und braucht sich um das Fallen wenig zu kümmern.

4) Wenn das Quecksilber bei hohem Stande und warmen Wetter plötzlich etwas zurückgeht, so bedeutet dieß ein Gewitter, und das Gewitter ist in der Nähe, wenn das Quecksilber wieder steigt. In letzterem Falle folgt nach dem Gewitter schönes Wetter. Steigt es auch während des Gewitters nicht, so folgen noch Gewitterregen nach. Dieß sind nun die wichtigsten Regeln in Bezug auf die Wetteranzeigen durch den Barometer, welche jedoch nur von einem guten Barometer gegeben werden. Befindet sich über dem Quecksilber in der Glasröhre noch Luft, was man bei absichtlichem Steigen desselben erkennen kann, indem dann die Röhre sich nicht ganz mit Quecksilber füllt, so führt uns ein solches Instrument oft irre.

Zur Bestätigung der von dem Barometer gelieferten Wetteranzeigen muß man zur größeren Sicherheit noch die übrigen

Wetteranzeigen vergleichen. Stimmen sie alle zusammen, so kann man sich darauf verlassen, und zwar um so mehr, je mehr der Anzeigen zusammenstimmen. Die Naturlehrer haben noch ein anderes Instrument, das Psychrometer oder den Feuchtigkeitsmesser der Luft, durch dessen Beobachtung sie den Barometer controliren, und mit dessen Hülfe sie sogar ausrechnen können, wie viel Wasser sich in der Luft befindet und wie viel Wasser daher bei dem folgenden Regen herabfallen kann. Allein dabei ist zu rechnen, und das ist nicht die Sache jedes Landwirthes, wenn er nicht eine Landwirthschafts- oder eine Gewerbsschule besucht hat.

So habe ich zum Beispiel durch vieljährige Erfahrung erkannt, daß in Unterfranken im Winter sicher Regen eintrifft, wenn der Dunstdruck einer Quecksilbersäule von 3 Pariser Linien und im Sommer von 4—5 Pariser Linien das Gleichgewicht hält, daß es im Winter bei einem Dunstdrucke von 2 Linien und im Sommer unter 3 Linien nie regnen und kein Gewitter entstehen kann." Dr. Kittel.

Bei uns in Europa sind in der Regel die Südwestwinde auch die Regenwinde, weil sie, von wärmeren Meeren kommend, mit Wasserdampf gesättigt sind, welcher sich allmählig verdichtet, wenn der Wind in kältere Gegenden kommt und dann als Regen niederfällt. Da hört der Wasserdunst auf, als Gas elastisch, den Druck der Luft zu vermehren, und der Barometer fällt.

§. 4.

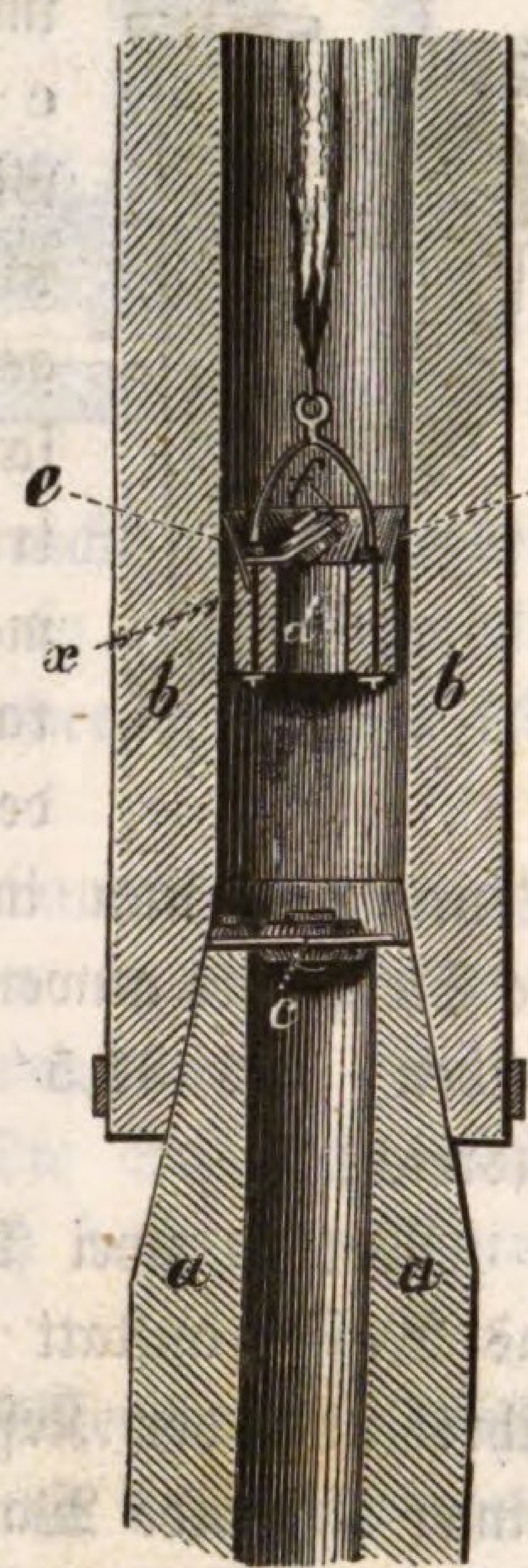
Pumpen (Pumpbrunnen, Druckpumpen, Feuerspritzen, Odelpumpen.)

Um bei unserem zwar gemeinen, aber allen bekannten Apparat der Hollunderbüchse (siehe oben) stehen zu bleiben, so erinnern wir zuerst, daß die Knaben durch Einsetzen eines durchbohrten Holzpfropfes statt des beweglichen von Papier ꝛc. dieselben oft und leicht in eine Wasserspritze verwandeln. Ruhen Holzpfropfen und gutschließender Stößel hart an einander, ist letzterer also eingetrieben und es wird die Büchse während des Ausziehens des Stößels mit dem Pfropfende ins Wasser gehalten, so entsteht zwischen Pfropf und Stößel wieder ein luftverdünnter Raum, in welchen die schwere äußere Luft sogleich das Wasser zischend hineindrückt. Wird der Stößel nicht ganz herausgezogen, und die Hollunderbüchse aus dem Wasser genommen, so fließt doch kein Wasser zum Pfropfloch heraus,

wenn gleich die Oeffnung nach unten gehalten wird. Die äußere Luft hält dem Druck des Wassers das Gleichgewicht und man hat eigentlich so einen Heber in der Hand. Wird nun der Stößel mit Gewalt eingetrieben, so besiegt das Wasser den Widerstand der Luft und spritzt zischend aus.

Etwas ähnliches geschieht mit den Pumpen, wenn man die Ventile oder Klappen dazu nimmt, die in den Brunnenröhren, Feuerspritzen, Saug- und Druckpumpen, Windbüchsen 2c. angebracht sind.

Fig. 17.

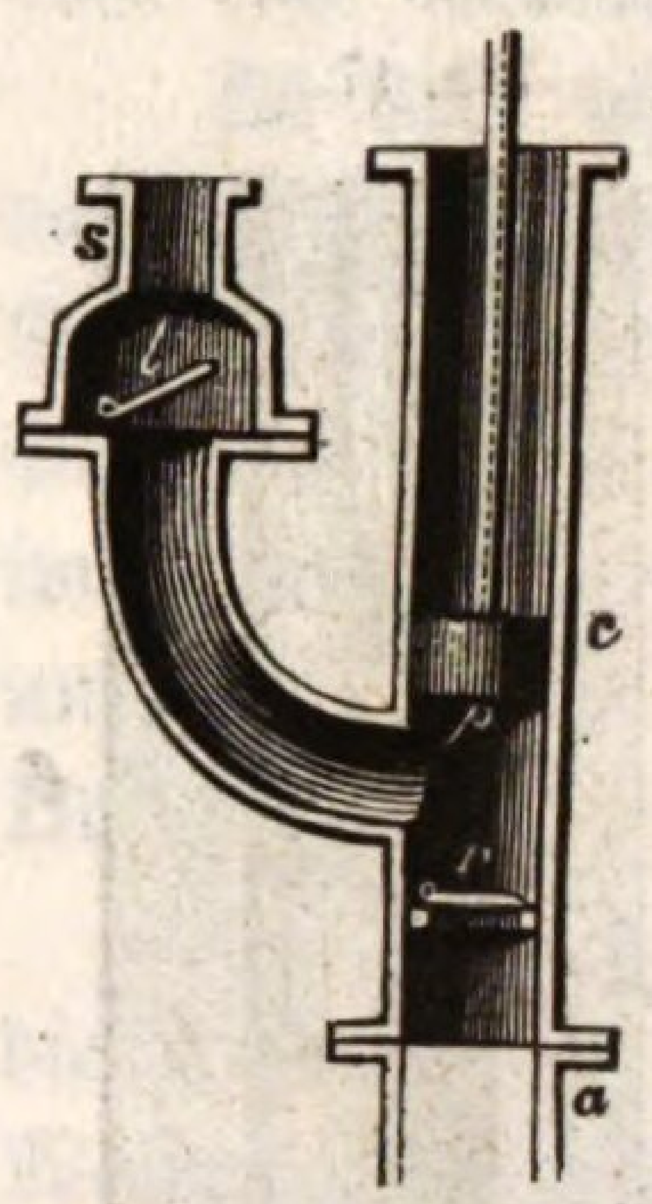


Denkt euch zwei ineinander gesteckte Röhren, so ist a davon die Saugröhre und b die Kolbenröhre. Angenommen, die Saugröhre stehe im Wasser und der Kolben x im Rohre b, der zwar bei d hohl, aber doch durch eine Klappe bei f luftdicht geschlossen ist, werde wie beim Pumpen geschieht in die Höhe gezogen, so ist klar, daß dadurch zwischen dem Kolben x und dem Ende der Saugröhre a ein luftverdünnter Raum entstehen muß. Da aber am Ende der Saugröhre bei c eine sonst gut schließende Klappe (ein Ventil) angebracht ist, welches sich nach innen bei einigem Druck schon öffnet, die äußere schwere Luft aber, gerade wie bei der Hollunderbüchse, das Wasser gegen die Klappe und durch dieselbe drückt, so füllt sich der Raum zwischen dem Kolben (Stößel) und dem Saugrohr (Pfropfen) mit Wasser an. Wird immerfort so Luft herausgezogen, so kann die Atmosphäre das Wasser bis zu 31,5 Pariser Fuß hoch heben, denn das ist die dem Luftdruck das Gleichgewicht haltende Höhe der Wassersäule. Höher aber geht es so nicht mehr, sondern nur durch Druckwerke.

Wenn nun aber der Kolben x, der in der Mitte (d) hohl und obenauf bei f mit einer nach oben aufgehenden Klappe geschlossen ist, herabgedrückt wird, so wird das Wasser zwischen ihm und c gedrückt und es öffnet somit selbst seine Klappe bei f und geht durch den Kolben nach oben. Sowie man ihn aber wieder emporzieht, drückt nun das Wasser ober ihm die Klappe gleichfalls

zu und er wirkt wieder wie der luftdicht schließende Stößel in der Hollunderbüchse, d. h. er zieht wieder Wasser ein oder er macht, daß die Luft Wasser zwischen ihn und das Saug-Ende drückt. Ist nun ober ihm irgendwo eine Oeffnung, so wird das von ihm heraufgezogene Wasser, wenn es die Oeffnung erreicht hat, abfließen. Durch Druckwerke kann das Wasser viel höher gehoben werden. Dazu ist noch ein Seitenrohr nothwendig, in welches das Wasser gedrückt wird, wie die Abbildung zeigt.

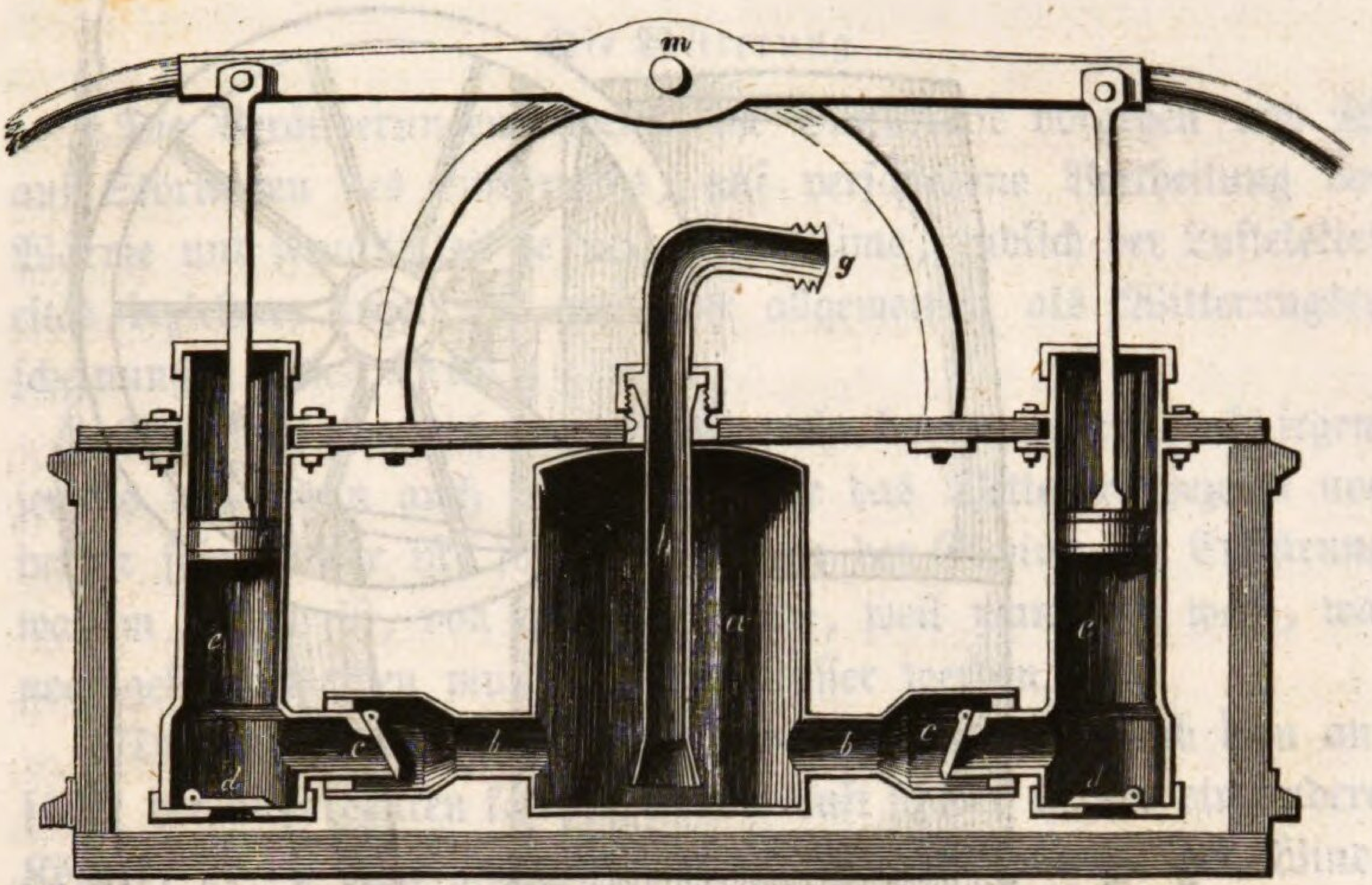
Fig. 18.



Hier ist der Kolben nicht durchbohrt, hat auch kein Ventil, aber dieses oder die Klappe ist im Seitenrohr. Ist r das Ventil der Saugröhre, c eine Kolbenröhre mit dem starken Kolben p und wird dieser Kolben niedergedrückt, so muß das über der Saugröhre bei r liegende Ventil zugedrückt werden und das vorher einfach eingesaugte Wasser wird in die Steigröhre s getrieben, indem sich die Klappe l öffnet. Zieht man den Kolben wieder auf, so drückt das Wasser rasch wieder herab, schließt sich aber durch Niederdrücken der Klappe l selbst den Rückweg ab. Wenn man nun immer neue Kraft zum Drücken des Wassers in die Steigröhre anwenden kann, so kann man das Wasser viel höher treiben, als 31,5′ oder die Höhe, zu welcher eine Atmosphäre ausreicht.

Werden zwei Druckpumpen e—e mit einander verbunden und das Wasser anstatt in eine Steigröhre erst in einen Kessel a geführt und der Kessel ist luftdicht geschlossen, so wird hier das immer steigende Wasser die vorher verhandene Luft zusammendrücken. Deßhalb nennt man den Kessel auch Windkessel. Wenn aber in den Kessel noch ein bis fast an den Boden reichendes Rohr h eingesetzt ist, welches nach außen offen ist, so wird die gepreßte Luft, die nirgends entweichen kann, weil das Wasser auch die untere Rohröffnung verschließt, eben dieses Wasser mit großer Gewalt in die Röhre treiben und endlich hinaus, mit großer Gewalt, wenn man die Luft etwas spannt, d. h. ihrem Druck nicht gleich nachgibt. Das ist dann eine Feuerspritze.

Fig. 19.

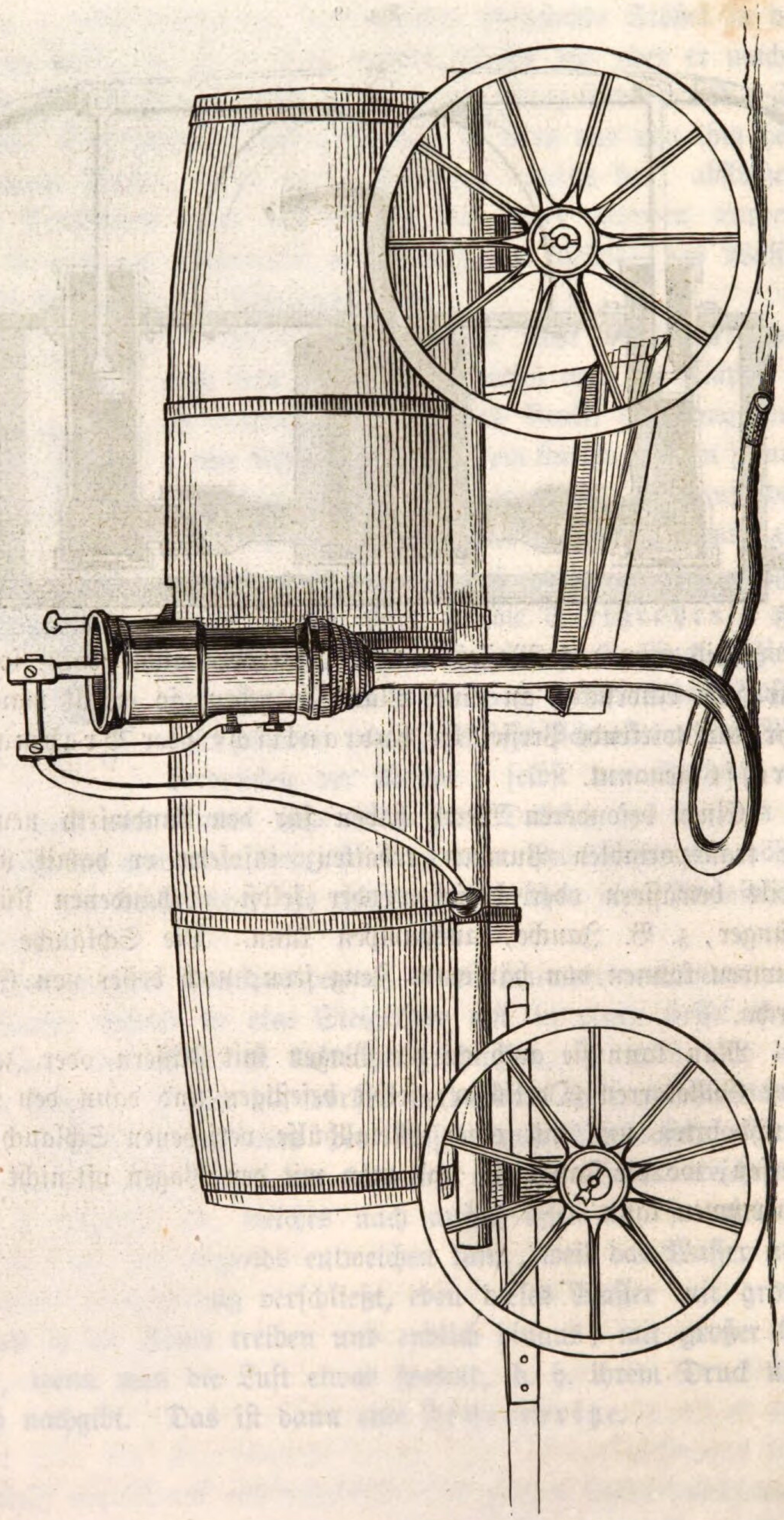


Will man das Wasser in der Druckröhre nicht heben, sondern nur zum Andrücken an eine Platte brauchen, so erhält man eine sehr stark wirkende Presse, die hydraulische oder Brahma'sche Presse genannt.

Einen besonderen Werth haben für den Landwirth neuerlich die transportablen Pumpen erhalten, insofern er damit überall theils bewässern oder begießen oder selbst vorhandenen flüssigen Dünger, z. B. Jauche, auspumpen kann. Die Schläuche dieser Pumpen können von hänfenem Zeug seyn, noch besser von Gutta-percha.

Man kann sie auch an die Wagen mit Fässern oder Jauche- oder Güllekarren (Odelfässer) selbst befestigen und dann den unten durchbohrten und mit einer Metallhülse versehenen Schlauch hinwerfen, wo die Jauche ist und man mit den Wagen oft nicht leicht hinkommen kann.

Fig. 20.



§. 5.
Die Witterung.

Die Veränderungen, welche im Dunstkreise vorgehen und sich auf Störungen des Luftdruckes, auf verschiedene Vertheilung von Wärme und Feuchtigkeit je nach dem Klima, endlich der Luftelektricität beziehen, bezeichnet man im allgemeinen als Witterungserscheinungen eines Ortes.

Man hat neuerlich vom Wetter mehr kennen gelernt, als irgend jemals und wenn auch für unsere Lage das Wetterprophezeien noch immer sehr schwer ist, so ist doch schon der Gewinn der Erklärung, warum das so ist, von großem Werthe, weil man doch weiß, was noch gelernt werden muß, wenn es besser werden soll.

Die allgemeinste Veränderung in der Luft, die auch dem auffällt, der nicht denken kann, daß die Luft schwer ist wie ein anderer Körper, ist die Bewegung derselben, die Luftströmung, der Wind.

§. 6.
Windlehre.

Die Luft geräth in Bewegung durch die Verschiedenheit der Erwärmung ihrer Schichten.

In einem erwärmten Zimmer steigt die warme Luft in die Höhe, gegen die Decke zu, wo es immer wärmer als unten ist. Ist oben eine Oeffnung, so fährt die warme Luft sehr rasch und stark hinaus, wie man auch an jedem Dunstkanal, z. B. in Viehställen, leicht wahrnehmen kann. Da die im geheizten Zimmer oder im warmen Stalle befindliche Luft aber eben leichter, weil dünner ist, so drückt die kältere, dichtere, also auch schwerere Luft von außen herein, durch Thürlücken und Fensterspalten, insbesondere beim Oeffnen derselben, wie man wieder am schönsten an dunstreichen Viehstallungen insbesondere im Winter sehen kann. Der durch die kalte Luft gefrierende oder condensirte Wasserdunst des Stalles wird als dicker Nebel sogleich sichtbar und bezeichnet den so meßbaren Weg, den die kalte Luft in die unteren Stallräume zuerst vordringend einschlägt. Wie die kalte Luft vordringt, muß die dünnere warme entweichen und, ist keine andere Oeffnung da, so muß sie es durch dieselbe, durch welche die kalte einströmt. Da sieht man denn an einer Thüre z. B. doppelten Luftzug, unten hinein und

oben heraus, wie wenn die zwei verschiedenen warmen Luftschichten verschieden strömten, verschieden abflößen. Ein an die Thüre gehaltenes Licht läßt den Strom von unten hinein und von oben heraus sehr leicht erkennen.

In den Gegenden der Erde, welche um den Aequator oder Gleicher nördlich und südlich von ihm liegen und die man Tropen nennt, wird Luft und Erde viel mehr als anderwärts erhitzt. Die Luft, die beweglich ist, steigt daselbst rings um die ganze Erde in die Höhe, sie hat ja 7—10 Meilen mit Sicherheit Raum dazu, denn sie wird dünner und leichter und gerade an den unteren, der Erdoberfläche nahen Schichten, am meisten warm. Je höher sie steigt, um so mehr erkältet sie sich wieder und wird allmählig wieder schwerer, da aber immer neue heiße Luft von unten nachfließt, so müssen die oberen Schichten die nicht höher mehr hinauf können, ebenso nach Norden und Süden, wo keine große Luftströme von unten mehr nachrücken, abfließen, wie es das Wasser thut, welches in einer breiten Schale, jedoch nur an einer Stelle mit einem Feuer bis zum Sieden erhitzt wird.

Wenn etwas oben zu den Seiten abfließt, muß unten etwas nachrücken und den entstandenen Raum ausfüllen.

So geschieht es nun eben in der Nähe des heißen Erdstriches, wo immer heiße Luft aufsteigt. Wo sie aufsteigt, ist keine andere Bewegung in der Luft zu spüren, als eben das gleichmäßige Aufsteigen des Luftstromes ohne Störung. Diese Gegend nennt man die der Windstille (der Calmen —180 Stunden breit) und sie zeichnet sich begreiflich nicht durch Winde und Stürme, aber um so mehr durch häufige Donnerwetter und Regengüsse aus. Sie liegt aber nicht u m, sondern nördlich vom Aequator, was wohl von der Form des Festlandes abhängt.

Nicht weit von dieser Region nun kommen aber von Norden und Süden her die kälteren Luftmengen, welche in die Räume der verdünnten, heißen, aufgestiegenen Luft strömen und zwar Jahrein Jahraus immer; die Leute, die da wohnen (bis zum 25—30° nördlicher Breite) und insbesondere die Schiffer auf dem Meere müssen gar keinen anderen Wind kennen, als den nördlich vom Aequator als Nordwind, und jenen südlich von ihm als Südwind. Das ist nun auch wirklich so, jedoch mit dem Unterschiede, daß den ersteren der Wind immer als Nordost, den anderen aber als Südost

erscheint. Und das kommt von der gewaltigen Umdrehung der Erde um ihre Achse her, von ihrem Umschwunge von Westen gegen Osten, welcher Umschwung in den Gegenden des Aequators viel größer ist, als gegen die Pole zu. Da sich mit der Erde auch ihre dazu gehörende Luftschichte herumschwingt (siehe §. 1), so wird der langsamer schwingende von den Polen gegen den Aequator zu kommende kältere Luftstrom von seiner Richtung abgelenkt (d. h. die Erde zieht sich unter ihm rascher weg), und er nimmt eine etwas östliche Richtung an, d. h. er wird auf der einen Seite zum Nordost- und auf der anderen zum Südostwind und diese das ganze Jahr durch bleibenden, namentlich auf dem Meere immer bemerkbaren und für die Schifffahrt höchst wichtigen Winde heißt man Passatwinde.

Wenn die Luft nun von Norden und Süden herströmt, so muß die erwärmte obere Schichte auch gegen Norden und Süden zu abfließen und zwar entgegengesetzt gegen den Strom der Passate. Die oberen regelmäßigen Abflüsse oder oberen Passate, wie man sie genannt hat, müssen der nördliche eine südwestliche, der südliche eine nordwestliche Richtung haben. Je mehr nun diese oberen Passate sich vom Aequator entfernen, um so mehr fallen sie gegen die kältere Erde herab. Man kann auf sehr hohen Bergen oft die oberen und unteren Passatwinde (unter 36—44° südöstlicher Breite) beobachten. Doch darf man nie vergessen, daß die Regelmäßigkeit dieser Winde von der Größe, Form und Erhebung beträchtlicher Landmassen oft sehr leidet, am bedeutendsten z. B. in den Meeren südlich von Asien und östlich von Afrika, wo die Moussons wehen, oder im ägäischen Meer und den Dardanellen, wo den ganzen Sommer durch Nord- und Nordostwinde den Tag über wehen, nur mit schwachen See- und Landwinden im Wechsel. Der obere Passat erreicht endlich als Südwestwind ganz die untere Region über der Erde und trifft nun mit dem unteren Passat, der ein Nordostwind ist, zusammen. Jetzt fließen beide nicht mehr über einander, sondern neben einander und bald siegt der eine, bald der andere. Das geschieht gerade in unseren Erdstrichen, wo wir wohnen und daher herrscht bei uns keine regelmäßige Windrichtung wie unter den Tropen oder nahe an ihnen, sondern die Winde laufen bei ihrem Kampfe das ganze Jahr durch in allen Richtungen der Windrose vom Nordost zum Südwest durch Ost und West, Nord

und Süd und alle denkbaren Abtheilungen. Doch bleiben Nordostwinde, die als trocken uns zumeist schönes Wetter bringen und Südwestwinde, deren Feuchtigkeit in unseren kälteren Gegenden Tropfenform annimmt und als Regen häufig herabfällt, die herrschenden Winde bei uns. Könnte man die Ursachen alle, welche die Windesrichtungen verändern, in ordentliche Rechnung bringen, so wäre das Wetterprophezeien schon viel leichter. Man muß hoffen, daß darin fortgeschritten wird.

Für jetzt dienen den Landwirthen oft noch alte Kalenderregeln, die, wenn sie bloß einzelne Tage betreffen und mit religiösen oder politischen Festen in Beziehung stehen, von höchst zweifelhaftem Werthe sind.

Tüchtige Physiker haben sich darüber gemacht, diese Wetterregeln wissenschaftlich zu prüfen und ich ziehe Folgendes aus ihren Ergebnissen aus.

§. 7.

Untersuchungen der gebräuchlichsten Bauernregeln und Loostage, bezüglich der Witterung von Eisenlohr und Meister, und zwar die ersteren nach Monaten und nach der Wahrscheinlichkeit ihres Eintreffens geordnet.

I. Januar.

1) Auf einen gelinden Winter folgt ein guter Frühling und ein heißer Sommer. 2) Wenn der Tag anfängt zu langen, kommt die Kält erst gegangen. (Zwischen dem 6—15. Januar.)

II. Februar.

3) Mathais bricht's Eis, find't er keins, so macht er eins. (Der erste Theil ist für den 21—25. Februar richtig.)

III. März.

4) Trockener März füllt den Keller d. h. auf einen trockenen März folgt ein gutes Weinjahr. (Richtig, jedoch auf nassen März folgten einige gute Weinjahre.) 5) Märzenstaub bringt Gras und Laub. 6) Den März wünscht der Bauer trocken, aber nicht zu warm. (In Bezug auf die Feldarbeiten richtig, aber auf den Ertrag unsicher.) 7) Ist Mariä Verkündigung hell und klar, so giebt's ein fruchtbares Jahr. (Richtig, wenn Ende März verstanden wird.) 8) Wenn's am Tage der 40 Märtyrer (Ritter) gefriert, so gefriert

es 40 Nächte noch (9. oder 10. März richtig). 9) Märzenstaub ist Goldeswerth.

IV. April.

10) Dürrer April ist nicht des Bauern Will. Aprilen Regen ist ihm gelegen; ganz richtig. 11) Ist der April auch noch so gut, er schneit dem Bauern auf den Hut. 12) St. Georg und Marx drohen oft viel Arg's. 13) So lange die Frösche vor Georgi sich hören lassen, so lange schweigen sie nachher. 14) Warmer Aprilen-Regen, großer Segen. 15) Wenn der April bläst in sein Horn, so steht es gut um Heu und Korn. 16) April kalt und naß, füllt Scheuer und Faß; letztere Regel ist manchmal richtig, öfter unrichtig.

V. Mai.

17) Nachtfröste sind schädlich, Winde gut. 18) Pankraz, Servaz und Bonifaz sind drei Eismänner. Nach Servaz folgt kein Frost, nach Bonifaz kein Schnee mehr. Wenn Pankraz und Servaz vorüber ist, kann man erst auf beständige Wärme rechnen. 12—14 Mai.

VI. Juni.

19) Wie's Wetter am Medardustag, so bleibt's sechs Wochen lang darnach. 20) Oder was St. Medard für Wetter hält, solch Wetter auch in d'Ernte fällt; meistens bewährt.

VII. Juli.

Wenn es auf Mariä Heimsuchung regnet, so regnet's vier Wochen lang. 22) Oder wie die Mutter über's Gebirg geht, so kehrt sie nach sechs Wochen wieder zurück. 23) Wenn es am Magdalenatag regnet, so regnet's lange fort; bedingt richtig. 24) Ist das Wetter drei Sonntag vor Jakobi schön, so gibt es gutes Korn, wenn das Wetter anhält; regnet's, so bringt es schlechtes Korn hervor. 25) Den Juli und August hat man gern trocken und warm, wovon man sich einen guten Wein verspricht. Bedingt richtig.

VIII. August.

26) Ists im August in der ersten Hälfte schön und warm, so ist es dem Weinstocke günstig. Bedingt richtig.

IX. September.

27) Wie der Hirsch am Aegidiustag in die Brunst tritt, so tritt er nach vier Wochen wieder heraus. Richtig, wenn man die

Gültigkeit nicht auf den Tag beschränkt. 28) Wenn's auf Mathäus gut Wetter ist, so hofft man aufs folgende Jahr guten Wein. Richtig, wie sub 27 bemerkt.

X. Oktober.

29) Am Gallustag erwartet man noch einen Nachsommer. Wie sub 27.

XI. November.

30) Nach Martini scherzt der Winter nicht. Im December keine richtige Regel.

Der Verfasser führt überhaupt 93 Bauernregeln auf, von denen 9 richtig, 11 bedingt richtig, 17 unsicher, 44 ohne Werth, 12 aber ganz unrichtig sind.

Untersuchung einiger der gebräuchlichsten sogenannten Bauernregeln und Loostage bezüglich der Witterung.

1) 8. Juni. Medardus.

Wie's Wetter am Medardustag,
So bleibt's sechs Wochen lang darnach.

Oder:

Was St. Medard für Wetter hält,
Solch Wetter auch in d'Ernte fällt.

(Und zwar soll solche Witterung 40 Tage dauern.)

2) 2. Juli. Mariä Heimsuchung.

Regnet es an unser Frauen Tag,
So regnet's nacheinander vierzig Tag.

Oder:

Wie die Mutter Gottes über's Gebirg geht, so kehrt sie nach sechs Wochen wieder zurück.

Beobachtungen.

	Zu 1) Witterung.	es regnete in den nächsten 40 Tagen.	Zu 5) Witterung.	es regnete in den nächsten 40 Tagen.
1838	ziemlich starker Regen	11mal	heiter	15mal
1839	sehr heiter	19 „	trüb	15 „
1840	heiter	22 „	wenig Regen . . .	23 „
1841	ziemlich starker Regen	26 „	heiter	21 „
1842	„ „ „	13 „	nur Abends Regen .	17 „

	Zu 1) Witterung.	es regnete in den nächsten 40 Tagen.	Zu 2) Witterung.	es regnete in den nächsten 40 Tagen.
1843	sehr heiter . . .	22 „	„ „ „ .	24 „
1844	„ „ . . .	29 „	Regen	28 „
1845	einiger Regen . .	19 „	sehr heiter	24 „
1846	„ „ . . .	18 „	„ „	16 „
1847	sehr heiter . . .	26 „	einiger Regen . . .	21 „
1848	viel Regen . . .	22 „	„ „ . . .	17 „
1849	„ „ . . .	16 „	nur Abends Regen .	18 „
1850	Regen d. ganzen Tag	24 „	„ „ „ .	25 „
1851	einiger Regen . .	29 „	„ „ „ .	24 „
1852	sehr heiter . . .	20 „	heiter	18 „
1853	viel Regen . . .	25 „	einiger Regen . . .	21 „
1854	„ „	33 „	nur Abends einiger Regen	24 „

Resultat.

Innerhalb der vorstehenden 17 Jahre regnete es am 8. Juni mehr oder weniger 11mal und waren dann unter den nächstfolgenden 40 Tagen im Mittel 21 solche, an denen es regnete; dagegen war innerhalb der nächsten 40 Tage im Mittel 23mal Regen; wie ersichtlich fallen also bei uns in jene Zeit, der 8. Juni mag was immer für eine Witterung gehabt haben, im Mittel 22 Tage mit Regen und ist die Richtigkeit dieser sogenannten Bauernregel hiemit durch die Erfahrung hinreichend dargethan.

Was den 2. Juli betrifft, so ergibt sich aus obigem: es regnete während jenes Zeitraumes an demselben 11mal und dann fiel während der folgenden 40 Tage im Mittel an 22 Tagen Regen, und den 6 regenfreien Tagen vor Mariä Heimsuchung folgten in erwähnter Zeit im Mittel die Hälfte der folgenden 40 Tage Regen sind ja Juni und Juli bei uns ohnehin regenreiche Monate und ist sonach hier leicht Regen zu prophezeihen.

Wer nun bei solcher Sachlage die Glaubwürdigkeit dieser beiden sogenannten Loostage noch festhält, der mag es thun aus alter Gewohnheit und Scheu vor Belehrung, Gründe hiefür hat er nicht, wie aus anderweitigen zu Gebote stehenden Beobachtungen weiter darzuthun ganz unnöthig scheint.

3) 24. Februar.

Matheis bricht's Eis, find't er kein's, so macht er ein's.

4) 12—14 Mai.

Pankraz, Servaz und Bonifaz sind drei Eismänner; sind diese vorüber, kann man erst auf beständige Wärme rechnen.

ad 3) Diese gereimte Regel ist wohl nicht buchstäblich zu nehmen, sondern dürfte überhaupt den Sinn haben: ist es gegen den Schluß des sonst kalten Monats Februar sehr warm, so ist dieser Wärme noch nicht zu trauen, denn öfters hat der Frühlingsmonat März, wenigstens theilweise, noch einen winterlichen Charakter, und so spricht offenbar diese Regel nur eine allgemein bekannte Erfahrung aus, die wohl nicht erst durch specielle Beobachtungen nachgewiesen werden muß, nur sei bemerkt, daß im Zeitraum von 1837—1854 einem gelinden Februar überhaupt nur 3mal ein gelinder März folgte.

ad 4) Der April ist wegen seiner unbeständigen Witterung sprichwörtlich geworden, aber gegen Ende dieses Monats pflegt die Wärme allmählig zu steigen und sollte man eine solche, die Vegetation begünstigende, langsame aber stetige Zunahme auch im folgenden Monate erwarten dürfen, aber die Erfahrung weist nach, was jene Regel ausdrückt; daß nämlich, wenn nicht gerade in den Tagen des 12. bis 14. Mai, so doch sehr häufig um diese Zeit, jene zu erwartende Wärmezunahme nicht nur nicht statt hat, sondern oft in bedeutende, der Vegetation oft höchst nachtheilige Temperaturerniedrigung übergeht, und ist gewiß jedem Leser die Erzählung von Friedrich II. von Preußen bekannt, welchem die Verachtung der vom Gärtner gefürchteten drei Eismänner durch die letzterem anbefohlene Aufstellung der Orangenbäume im Freien vor jener Zeit den Verlust der Orangerie nachzog. Diese Erscheinung kommt laut vielfachen, gelehrten und ungelehrten Erfahrungen, bei uns in Deutschland (und auswärts) so vielfach vor, daß ein näherer Nachweis in Zahlen hier gleichfalls überflüssig erscheint, zumal dieselben doch nur selten die in der Nacht stattgefundenen, hier eigentlich zur Geltung kommenden tiefsten Stände der Thermometer angeben werden. Dagegen wollen wir uns etwas mit dem Versuch einer Antwort auf die Frage nach dem Ursprung dieser Erscheinung befassen. Würde diese Minderung der Temperatur alle Jahre und zur selben Zeit wiederkehren, dann wären wir bei Erforschung des Ursprungs auf den Himmel,

hingewiesen, aber das zeitlich Schwankende der Erscheinung heißt den Beobachter die am Himmel angestrebte Lösung der Frage hier unbeachtet lassen; auf der Erde selbst aber können wir jene Wärmeminderung entweder der um diese Zeit besonders thätigen Vegetation, oder dem nahezu gleichzeitigen Aufthauen größerer Eismassen an andern Orten der Erde zuschreiben und will ich (Beobachter), da für letztere Erklärungsweise die meisten Gründe sprechen, sie auch allein hier näher erwähnen.

Jeder Leser weiß, daß wenn er ein Stück Eis in die Hand nimmt, dieses allmählig schwindet, aber nur auf Kosten seiner Handwärme und er wird nach einiger Zeit eine ziemlich kalte Hand haben; je mehr nun Eis geschmolzen werden soll, desto mehr Wärme ist hiezu erforderlich. Nun fällt aber erfahrungsgemäß nach Mittheilungen von Hällström das Aufthauen verschiedener größerer Flüsse des nördlichen Rußlands (das Gebiet der Dwina allein hat die Größe von $1/8$ Europas) im Mittel nach theilweise mehr als 100 Jahre umfassenden Beobachtungen auf die Zeit vom 20. April bis 12. Mai und ist hiezu begreiflicher Weise große Wärme erforderlich, die natürlich vorerst der nächsten und dann auch der ferneren Umgebung entzogen wird. Sowie nun dieses Aufthauen in wärmeren Frühjahren oder nach minder strengen Wintern früher als in kältern Frühjahren oder nach harten Wintern erfolgen wird, so ist hiemit die zeitliche Verrückung der zu erklärenden Wärmeminderung und ebenso das jeweilige Ausbleiben derselben bei uns leicht zu erklären. Aber noch weitere Erfahrungen stützen diesen Lösungsversuch unserer Frage, indem vieljährige Beobachtungen dargethan, daß jene Temperaturminderung, welche in Deutschland (und zwar im mittleren häufiger und deutlicher als im südlichen) zwischen dem 11. und 13. Mai sich einzustellen pflegt, in Petersburg, also näher dem schmelzenden Eise, gewöhnlich schon am 9. verspürt wird.

Weitere Aufklärungen werden künftige Zusammenstellungen der nun so weit verbreiteten meteorologischen Beobachtungsstationen Preußens, Oesterreichs und Rußlands zu bieten im Stande seyn; vorstehende Mittheilungen mögen nur als Versuch der Lösung, mit Hülfe minder umfassender, dem Verfasser disponibler wissenschaftlicher Mittel betrachtet werden. (Meister).

So sind nun hiemit zwei sogenannte Bauernregeln besprochen,

welche offenbar vielfältige Erfahrungen zur Grundlage haben, also nicht gleich verworfen werden dürfen.

Ferner geprüfte Bauernregeln sind:

5) 9. oder 10. März.

Wenns am Tage der 40 Märtyrer gefriert, so gefriert es noch 40 Nächte.

6) 24. und 25. April.

St. Georg und Marx, drohen noch viel Arg's.

ad 5) Keine der Wetterregeln ist wohl so verbreitet und wird häufiger erwähnt, als die von den 40 Märtyrern oder 40 Rittern, welche bei den Katholiken auf den 10., bei den Protestanten auf den 9. März fallen.

Nach dem, was die Erfahrungen über angestellte Versuche beweisen, läßt sich kaum abstreiten, daß, wenn auch nicht gerade immer 40 Tage gefroren war, doch die Kälte immer längere Zeit anhielt, was nachstehende, seit 42 Jahren angestellte Beobachtungen zur Genüge beweisen:

a) Der 10. März zeigte am Morgen 15mal eine Temperatur zwischen 1 und 9° Wärme und war in diesen Jahren der übrige Theil des Monats 5mal warm, 3mal kalt und 7mal war die Temperatur eine sehr wechselnde.

b) Am Morgen des 10. März war die Temperatur 27mal nahe am Frostpunkte (also in der Nacht oder im Freien wohl unter 0° oder selbst bis 10° Kälte niedergehend und war in diesen Jahren der übrige Theil des Monats 6mal kalt, 7mal warm und 14mal war die Temperatur sehr wechselnd.

Es ergibt sich also aus a sowohl als aus b, daß diese Wetterregel kein Vertrauen verdient, indem nach einem kalten 10. März mit derselben Wahrscheinlichkeit eine folgende warme als kalte Zeit bis Monatsschluß (noch weniger genau auf 40 Tage) prophezeit werden kann; so zeigte z. B. der Morgen des 10. März im Jahre 1851 selbst 10° Kälte und es folgten im erwähnten Zeitraume fast nur warme Tage, und umgekehrt war am Morgen des 10. März 1834 die Temperatur 5° Wärme und die folgende sehr wechselnde Witterung zeigte sich mehr kalt als warm.

Hiemit stimmen auch Eisenlohrs Erfahrungen von Karlsruhe überein, wornach diese Regel in 56 Jahren 14mal bejahend, 22mal verneinend ausfiel und 20mal wechselnde Witterung folgte.

ad 6) Bezüglich dieser Regel seien hier statt der in Freising stattgefundenen Beobachtungen, obwohl sie gleichfalls als Grundlage sich eignen, die mehr als 70 Jahre umfassenden von Regensburg angeführt. Hiernach sey bemerkt, daß vom Anfang bis über Mitte April die mittlere Temperatur in fast stetiger Zunahme begriffen war.

Gleiches gilt für die höchste Temperatur der einzelnen Tage bis zum 22. April, sowie die tiefste Temperatur der einzelnen Tage bis zum 25. eine Minderung zeigt, dann aber folgt auf einige Zeit in dieser dreifachen Beziehung ein Sinken, das sich im Mittel bis zum 9. Mai erstreckt und bezüglich der tiefsten Temperaturen auch noch Mitte Mai sich kundgibt; es sagt also diese Regel richtig und wahr, daß nach dem 24. und 25. April gar wohl noch kalte Witterung zu befürchten steht und die bisherige Wärmezunahme sonach ins Gegentheil umschlagen könne. Die Erfahrung spricht also in Regensburg für diese Regel. Hiebei seyen nun noch einige, nicht an gewisse Tage sich knüpfende, also mehr allgemeine Regeln kurz angeführt:

7) Märzenstaub ist Goldeswerth, d. h. günstige, warme Witterung im März, zu welcher Zeit die Wintersaaten ihre weitere Entwicklung beginnen und die Bestellung der Felder für die Sommerfrüchte erfolgen soll, ist, weil beide begünstigend, von hohem Werthe.

8) Dürrer April ist nicht des Bauern Will; Aprilenregen ist ihm gelegen.

Der Charakter des April ist der Veränderlichkeit gänzlich unterworfen und den mag er haben, denn die Felder bedürfen nur des Regens und des Sonnenscheins in gleicher Weise und würde nunmehr Sonnenhitze und Trockene mehr schaden, als eine das gewöhnliche Maaß überschreitende Feuchtigkeit; folglich auch ganz richtig:

9) Warmer Aprilenregen, großer Segen.

10) Wenn der April bläst in sein Horn, so steht es gut um Heu und Korn.

11) April kalt und naß, füllt Scheuer und Faß.

Letztere Regel ist wohl aus dem Spruch hervorgegangen: „Reim dich, oder ich friß dich," denn den Ausdruck eines Normaljahres (nur ein solches füllet Scheuer und Faß) wird wohl Niemand in diesen Worten finden. Dagegen:

12) Ist der April auch noch so gut, er schneit dem Bauern auf den Hut.

bedarf keiner Erklärung und keines Nachweises, sondern wird fast jährlich in Deutschland bestätigt. (Dr. Meister.)

Wenn im Gleichgewicht der Luft bedeutende Störungen, z. B. durch plötzliche Verdichtung von Wasserdämpfen (bei der Hagelbildung) auftreten, so entsteht ein gewaltiges Einstürzen von schwereren Luftschichten in die leichteren und verdünnten, die Windesrichtungen werden plötzlich abgeändert, entgegengesetzte Winde kommen in einfachen Staubwirbeln bis zu den Wasserhosen in Kampf und Stürme und Orkane, am heftigsten in den Tropen, entstehen.

§. 8.

Der Hagel.

Die dem Landwirthe widerlichste aller Erscheinungen im Dunstkreis ist der Hagel. Ich selbst wurde einmal im Freien von einem Hagelwetter überrascht, wo es Hagelkörner warf, die 18 Loth schwer und groß wie Schneeballen waren. Andere beobachteten sie sogar zu 24—26 Loth. Alle Hagelkörner enthalten einen festeren Kern und sind selten rein rund oder oval, zumeist eckig oder abgeplattet. Das Geräusch in der Luft, das entsteht, noch ehe sie dicht herabfallen, deutet darauf, daß sie sich selbst unterwegs oft berühren, was schon aus ihrer verschiedenen Fallgeschwindigkeit bei verschiedener Schwere sich erklärt. Ihre Kälte steht etwas unter dem Nullpunkt, bei —0,5 etwa.

Der Hagel begleitet Gewitter, geht ihnen selbst manchmal etwas voran, kommt aber nicht nach länger dauerndem Regen, und dauert nur kurze Zeit, selten 1/4 Stunde. Dabei aber fallen die Schlossen so dicht oft, daß die Erde selbst bis zu 1/2 Fuß hoch damit bedeckt wird, wie wir gleichfalls einmal erfuhren. Er blieb in diesem Fall im Monat Juni sogar die ganze Nacht durch liegen, ohne ganz zu schmelzen. Sehr selten werden Hagelwetter in der Nacht beobachtet.

Die Wolken, welche Hagel bringen, hängen tief, scheinen den Horizont zu berühren, sehen rothgrau aus. Gewöhnlich geht Windstille voran.

Der Hagel verfolgt gerne gewisse Richtungen, die man Hagelstriche nennt. So folgt er nach langjährigen Erfahrungen in Bayern gerne den nördlichen Alpenabhängen, ohne in das eigentliche Gebirge zu steigen und bei 6000 Fuß Höhe hat man noch niemals

Hagel beobachtet. Er kommt auch schon in Südeuropa sehr selten und gar nicht unter den Tropen vor. Doch kannten ihn die Römer (calami, daher calamitas). Von dem Alpenrand zieht er oft landeinwärts den Flüssen nach, insbesondere der Amper, und so sicher ist die Hagelgefährlichkeit, daß die Versicherungsgesellschaften darnach Prämie wie Entschädigung berechnen, ja die Güterpreise selbst sich darnach regulirt haben.

Die Ursache der Entstehung des Hagels ist noch unerforscht.

Volta's Theorie von den zwei über einander lagernden Wolken mit verschiedener Elektricität und der Hageltanz zwischen beiden hat sich als unhaltbar erwiesen, insbesondere seitdem man weiß, daß es auf hohen Gebirgen regnet, während oft eine niederhängende, unter dem Beobachter liegende Wolke hagelt. Die darauf hin projektirten Hagelableiter mit Drahtstangen oder Strohseilen mit hölzernen oder messingenen Spitzen auf den Stangen rc. haben sich als unnütz erwiesen. Die Ansicht von v. Buch, Schübler, Munke rc. gefällt besser, daß nämlich in den heißesten Sommertagen die sehr dünnen Luftschichten mit Wasserdampf sehr stark beladen massenhafter bei uns aufsteigen und in den höheren Regionen bei Kältegraden der dortigen Luft von weit unter 0° sich plötzlich condensiren und gefrieren. Da nun vor jedem Hagelwetter Windstille herrscht (sich gleichsam im Kleinen ein Akt der Stürme in der Region der Calmen wiederholt), so kann das Aufsteigen eben so hoch und leicht geschehen. Mit dieser Verdichtung des mit Luft überladenen Wasserdunstes tritt aber auch wieder ein Herabsinken der kaltgewordenen Schichten ein, und diese folgen dann auch rasch den herabfallenden Schlossen, wie die plötzliche starke Erkältung der Atmosphäre nach dem Hagel beweist. Auch das tiefe Fallen des Barometers begleitet das Nachsinken der kalten Luftschichte. Nur aber müssen dann auch Hagel in Hochgebirgen auf größerer Höhe beobachtet werden.

Allerdings beobachtet man hier sehr häufig Graupeln oder Kieseln, kleinere, geballte Schneeflocken, die bei uns in der Regel nur im April und Mai vorkommen, aber Beobachtungen über starke Hagel in größeren Höhen fehlen, sind wohl auch schwer in den eigentlichen Hagelregionen zu machen und überdieß findet in Hochgebirgen keine so starke Erwärmung der Luftschichten in der gemäßigten Zone statt.

§. 9.

Mittel bei Hagelschaden.

Die besseren Hülfsmittel gegen den Hagel hat der Landwirth durch die Kultur selbst in der Hand, d. h. er muß die verhagelte Frucht zu behandeln wissen oder rechtzeitig eine andere noch anbauen.

Es ist eine alte Erfahrung, daß der Hagelschaden, so groß er auch sonst seyn mag, doch hintendrein sich nicht so gar groß herausstellt, als man anfangs annahm, wo nur immer vom „in Grund und Boden hineingeschlagen" die Rede ist. Nicht sehr selten profitiren noch Landwirthe von den Versicherungsgesellschaften, wenn recht bald nach dem Hagel gleich geschätzt wird, was sonst nöthig ist. Das ist dann sehr übel, weil die Hagelversicherungsgesellschaften ohnedem nur ein sehr unsicheres Bestehen haben.

Eine Hauptsache ist, die Kraft der verhagelten Früchte, das Verlorene wieder zu ersetzen, ihre Wiedererzeugungskraft oder Reproduktionskraft gut zu kennen und demgemäß entscheiden zu können, ob man umpflügen soll oder nicht.

Das Getreide hat vor der Blüthe noch ziemlich viele Kraft, Nebenschosse aus den oberen Wurzelknoten zu treiben und mehrere schon bestehende aber in der Entwicklung zurückgebliebene nun, nachdem die Haupthalme geknickt sind, erst vollkommen zu entwickeln. Das Alles insbesondere wenn der Boden kräftig und gut, dann die Witterung günstig ist. Letzteres ist sie wegen des dem Hagel immer folgenden Regens in der Regel. Das größte Uebel ist nur, wenn ihnen die Wachsthumszeit überhaupt zu kurz zugemessen ist, nicht bloß, weil der Boden schon zu sehr von ihnen angegriffen ist, wie Walz meint, der darüber zuerst gründlich schrieb. Sommergerste treibt auch nach der Blüthe noch gerne Nebenschossen, da sie dieselben doch vorher spärlich treibt, und wird gerne zweiwüchsig. Der Winterroggen treibt sie gleichfalls nach, wenn er in der Blüthe geknickt wird.

Je früher vor der Blüthe begreiflich ein Getreidefeld vom Hagel getroffen wird, um so geringer ist der Schaden, um so größer die Aussicht, daß sich alles wieder „zusammenwachsen" werde. Wenn er also länger vor der Blüthe trifft, dann ist vor allem die Frage, ob

1) Alles oder nur ein Theil und der wievielte etwa verhagelt ist?

2) Ob der Boden Kraft hat einen zweiten Wuchs zu tragen?

3) Wie sich die Fruchtart bezüglich des Nachtreibens verhält?

4) Wie viel Futter kann durch das Abmähen gewonnen werden, und

5) Was ist mehr werth: die stehenbleibende, zu hoffende Ernte oder der Nachwuchs mit dem Werth des Abgemähten?

Es ist gefährlich, auf den Nachwuchs zu hoffen und doch den Rest des verhagelten zugleich stehen zu lassen. Man bekommt da zweiwüchsiges Getreide und die Nachschosse werden nicht so kräftig, weil sie stehenbleibende, wenn auch oft geknickte Hauptschösse beeinträchtigen. Man muß sich also obige Fragen überlegen, dann ernstlich, je nach der Entscheidung, daran gehen, um zu helfen. Soll abgemäht werden, so geschehe es rasch und bald, die wenn harte Ackerkrume werde durch die Egge etwas aufgerissen, was nicht schadet, dann wenn nöthig eine Kopfdüngung angewandt, d. h. es werde Jauche aufgefahren oder Guano oder Poudrette aufgestreut, von letzterer 3—4 Centner per Tagwerk, von Guano 1 Centner, von der ersteren 8—10 Fuhren à 20 Centner.

Trifft der Hagel Alles kurz vor oder während der Blüthe, dann muß immer umgebaut werden, mit Ausnahme etwa der Sommergerste, die nachtreibt und abgemäht werden kann.

Ganz anders ist's wieder, wenn der Hagel einige Zeit nach der Blüthe trifft, wenn das Getreidekorn schon in Milch steht. Ist Halm und Aehre in den Boden oder ganz vom Halm abgeschlagen, dann ist auch hier Alles verloren und der Umbau angezeigt. Wenn aber die Halme nur geknickt sind und die Aehren noch an den Halmen oder auf der Erde lose aufliegen, dann reift noch fast Alles nach, wird zwar schwächer und leichter im Korn, aber doch recht gut brauchbar. Selbst wenn die Verbindung zwischen den Halmtheilen an der getroffenen Stelle nur mehr durch die starken und zähen Gefäßbündel des Halmes vermittelt wird, die weicheren Zelltheile (das Parenchym) ganz gequetscht ist, so reift doch die Aehre nach. Doch verhalten sich die verschiedenen Kulturpflanzen hier überhaupt verschieden.

Der Roggen bestockt sich gern, wie bekannt; er treibt selbst noch Wurzelschosse, wenn die Blüthe vorüber ist. Wird er also vor der Blüthe getroffen, so kann er abgemäht werden, um so mehr, als das Abgemähte einen schönen Heuertrag gibt. Wird er

während oder kurz nach der Blüthe getroffen, so muß er umgebaut werden, aber wenn in der Milch verhagelt, ohne in den Boden geschlagen zu seyn, reift er seine Körner nach.

Die Weizenarten nebst Dinkel (Vesen) und Einkorn bestocken sich, wenn recht frühzeitig, bei etwa erst 1 Fuß Halmhöhe, getroffen, sehr gut wieder, wenn abgemäht wird. Alle Weizenarten bestocken sich in der Wärme noch viel besser und dichter, als Roggen, obgleich dieser lange fort aber dünn seitlich zu sprossen liebt. Nach der Blüthe treiben sie keine Sprossen oder Nachtriebe mehr, aber sie reifen ihre Körner aus, wenn in der Milch geknickt, und der Spelz verträgt seiner zähen Gefäßbündel halber sehr viel in dieser Beziehung. Wird freilich das schon fast reife Stroh getroffen und die Aehre ganz ab- und theilweise ausgeschlagen, dann ist's mit weiterer Entwicklung vorbei.

Am liebsten wächst Sommergerste nach, selbst bis nach der Blüthe; sie kann also leicht abgemäht werden, obgleich ihr Ertrag dann doch auch ein viel geringerer ist, da die Aehren sehr kurz bleiben. Auch bilden sich in den geknickten Halmen mit in der Milch stehenden Körnern diese bei der Gerste nur sehr schwach aus.

Am leichtesten schoßt der Haber aus den Luftwurzeln treibenden Knoten des Halmendes nahe an den Wurzeln, wenn er guten Boden hat, nicht mehr aber, wenn er einmal seine Rispen entwickelt hat. Wird er um die Blüthezeit getroffen, so ist Umbau das beste, begreiflich wenn kein Klee darunter steht. Ist überhaupt Klee unter die Halmfrucht gesäet, dann ist das Abmähen ohnedem weniger gewagt, weil der Klee dann nur um so besser wächst und leicht einen guten Schnitt noch dieses Jahr gibt.

Hülsenfrüchte treiben wohl gern aus den Blattachseln noch Seitenschossen und blühen selbst nach dem Entgipfeln noch reichlich, aber wenn sie einmal unten an den Stengeln stark verletzt sind, ist nichts mehr zu hoffen; man muß also erst einige Tage nach dem Hageln zusehen. Schweins- und Pferdebohnen überwallen die Wunde, wenn geknickt und reifen nach, selbst wieder in die Höhe wachsend, aber Nachtriebe machen sie, wenn ganz abgeschlagen, nur spärlich und langsam und selten zur Reife kommend oder bedeutende Hülsen ansetzend.

Auch der Reps überwallt die Wunden gerne, wie die Schweinsbohnen, erhält sie aber auch leichter, wie das Getreide. Werden

die Hauptstengel, welche die größten Schoten und vollsten Samen haben, ganz abgeschlagen, so treiben viele Seitensprossen heraus, die reichlich blühen und Frucht tragen, aber nur kurze Schoten mit kleinen Samen bilden. Dennoch ist's meist besser, den Reps, wenn vor und in der Blüthe verhagelt, nicht umzupflügen; geschieht es später, so wartet man doch die Reife des Restes gar ab, weil sie bald erfolgt und eine zweite Frucht ohnedem leicht folgen kann.

Runkeln, Steckrüben, Kopfkohl u. dergl. werden in der Jugend vom Hagel leicht ganz zerschlagen, können dann aber auch leicht wieder nachgepflanzt werden; werden sie später getroffen, so schadet es ihnen zwar etwas im Wachsthum, aber nicht viel. Noch weniger leiden Kartoffeln, deren Kraut nur der Hagel zerfetzt und theilweise abschlägt. Kleearten und Wiesen mäht man bald nach dem Hagel ab, was dieser Schnitt weniger gibt, ersetzt dann der folgende.

Viel gefährlicher steht's mit dem Hopfen, der, wenn tief abgeschlagen, ganz verloren ist, wenn nur an den Spitzen, doch noch fast zur Hälfte. Ebenso ist von Lein und Hanf nichts mehr zu erwarten, wenn sie vom Hagel stark betroffen sind. Sie müssen untergepflügt werden, begreiflich wenn sie nicht schon sehr weit in der Entwicklung vorgerückt sind. Lein in der Blüthe soll sehr feinen Bast geben.

Muß aber umgebaut werden, so ist die Hauptfrage, was nun noch für das laufende Jahr gesäet werden kann. Je besser das Klima, je länger die Vegetationszeit, je kräftiger der Boden, um so leichter ist die Auswahl. Früh zu säen und zwar Pflanzen mit kurzer Vegetationszeit — das ist Hauptaufgabe.

Der erfahrene Walz räth Folgendes:

Muß im Mai umgebaut werden, so kann den ganzen Monat durch noch große zweizeilige Gerste, dann Mischfutter, Brachrüben, Futtermais, Sommerreps und Sommerrübsen, Leindotter, Lein und Hanf gebaut werden. Runkeln und Kohlarten können, wie namentlich Steckrüben und Kopfkohl noch gepflanzt werden.

Im Monat Juni geht es noch bis zur Mitte desselben mit Leindotter, Brachrüben, Sommerreps und den ganzen Monat durch mit kleiner vierzeiliger Gerste, Mischfutter, Buchweizen und Spergel, ebenso mit Runkel- und Steckrübenpflanzen.

Im Monat Juli reichen noch Brach- und Stoppelrüben,

Mischfutter, Wicken- und Erbsenfutter, Buchweizen und Spergel, bis zur Mitte selbst noch Runkeln.

Im August thun es nur noch Mischfutter, Spergel und Stoppelrüben, und da nicht überall.

Das gilt ungefähr für Gegenden, wo Hopfen gedeiht und Mais reift, wo es etwas rauher ist, geht Alles um 14 Tage früher nur an.

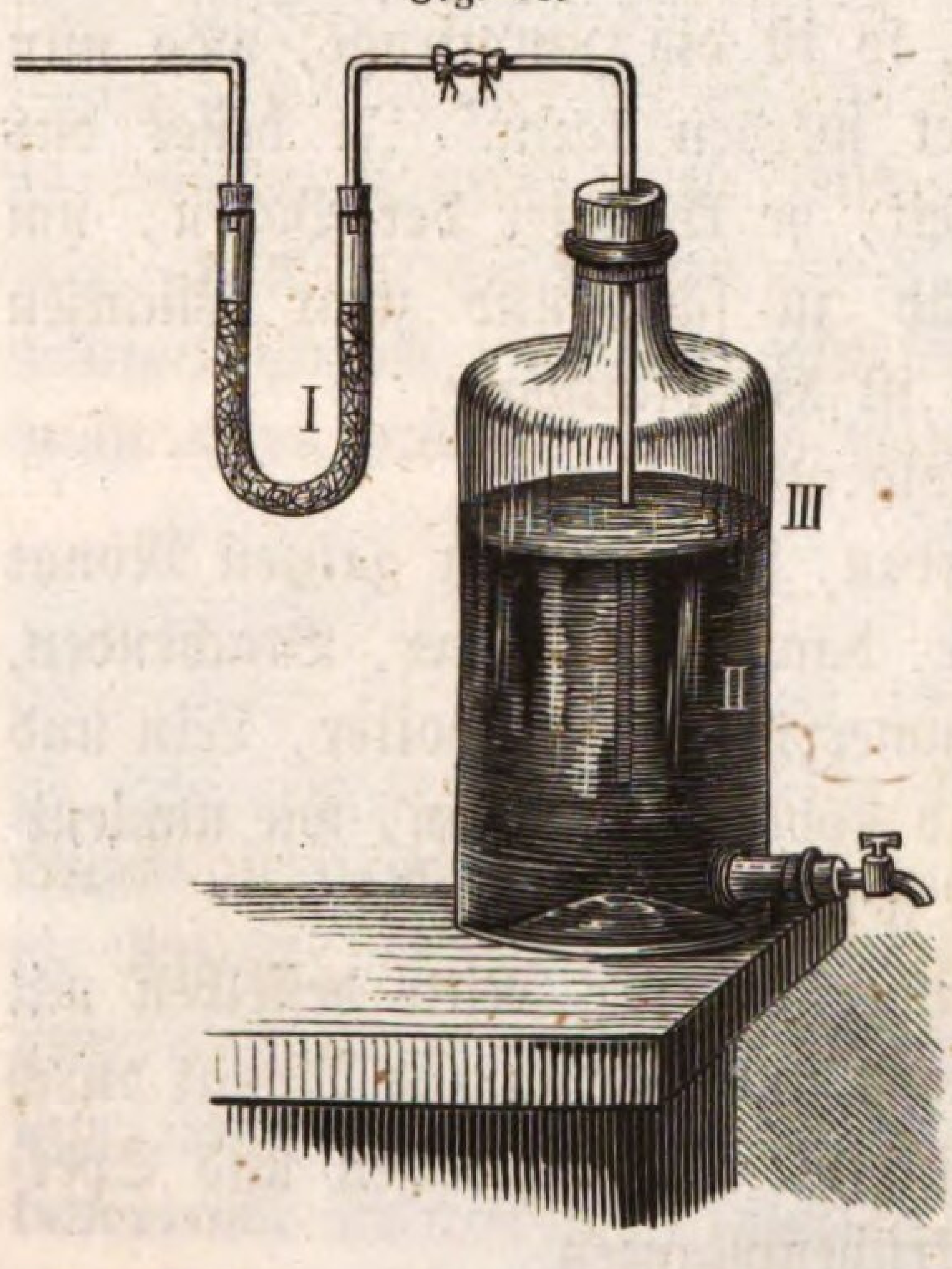
§. 10.

Von der Feuchtigkeit im Dunstkreis und deren Messung.

Jedermann weiß, daß das Wasser allmählig verschwindet, wenn man es an heißen Tagen in Schalen in's Freie stellt. Dasselbe verschwindet gerade so, wie wenn man es kocht, wo der Dampf über jeder heißen Suppenschüssel uns zeigt, daß ein Theil des Wassers mit Wärme verbunden in die Luft entweicht. Das Wasser entweicht dann in Form von sehr kleinen Wasserbläschen, die wohl in der Regel nur $\frac{1-2}{100{,}000}$ eines Zolles dick sind. Sie sind als Bläschen hohl und enthalten gewöhnliche Luft.

Diese Dunstbläschen sind sichtbar (als Nebel), wenn die Wärme der Luft so weit abnimmt, daß sich der Wasserdampf auf seine größte Dichte zusammenzieht.

Fig. 21.



Bei einer Kälte von 24,0° R. sind noch in 100,000 Cubikfuß preuß. 86 preuß. Loth Wasser in Dunstform vorhanden; bei 0,0° R. 1018 Loth; bei 12,0° R. 2697 Loth oder 84 Pfund 9 Loth; bei 29,0° R. 8894 Loth bei vollkommener Sättigung. Das wechselt begreiflich nach der Wärme und dem Luftdruck.

Man kann mit Hülfe eines Aspirators (s. Abbildung) die Luft durch eine etwa mit Chlorcalcium gefüllte Röhre (I) ziehen lassen und man wird aus der Gewichtszunahme dieser Röhre, die vorher gewogen wurde, erfahren, wie viel Wasserdampf dem Gewichte nach

in der Luft war, die in den Aspirator (III) zog. Wenn man den Rauminhalt dieses mit Wasser (II) vorher gefüllten Instrumentes kennt, weiß man auch annähernd die Menge Luft, in welcher sich das Wasser als Dunst befand.

Die Luft läßt, wenn sie viel Wasserdampf aufgelöst enthält, das Licht aller Farben vollkommener durchgehen und deßhalb sieht man dann entfernte Gegenstände (z. B. Gebirge) in deutlicheren Umrissen und verkündet daraus Regen, was zumeist zutrifft, weil dann der Wasserdampfgehalt der Luft sehr groß ist und bei weiterer Temperaturerniedrigung gewiß der Dampf bald zu Regentropfen wird.

Den Gehalt der Luft an Wasserdampf kann man auch an den sogenannten Hygrometern erkennen, wovon der von Saussure construirte Haarhygrometer der bekannteste ist.

Mit Hülfe besonderer Tabellen ist auch der Feuchtigkeitszustand der Luft mittelst des Daniel'schen Hygrometers und August'schen Psychrometers zu messen. Bei letzterem sind zwei Thermometer neben einander aufgestellt, der eine davon an der Kugel mit feiner Leinwand umhüllt. Wird diese feine Leinwand mit Wasser benetzt, so verdampft das Wasser mehr oder weniger schnell oder auch gar nicht, je nachdem die umgebende Luft mit Wasserdampf gesättigt ist oder nicht. Da aber jede Verdunstung des Wassers mit Wärmebildung, also hier mit Erkältung der umhüllten Kugel des Quecksilbers verbunden ist, so wird dieser Thermometer um so tiefer sinken, je mehr rasch verdunstet, d. h. also je weniger die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Der andere Thermometer bleibt begreiflich stehen, wo er anfangs stand, und aus dem Unterschied des Standes beider nun kann man auf den Feuchtigkeitszustand der Luft schließen.

§. 11.

Veränderungen derselben.

Wie die Wärme im Jahre und am Tage wächst, so verändert sich auch der Wassergehalt der Luft. Er nimmt zu früh bei Sonnenaufgang so lange, bis durch Erwärmung der unteren Luftschichten diese in die Höhe steigen und die Wasserdünste, die immer fort entwickelt werden, mit sich fortreißen. Dadurch wird die untere Luft ärmer an Wasserdunst und zwar während der ganzen Mitte

des warmen, klaren Tages, etwa von 9 Uhr früh bis 4 Uhr Nachmittags. Von 4 Uhr an nimmt der Wasserdampf wieder zu bis die Kälte der Nacht der Dampfbildung überhaupt Schranken setzt. An kalten Tagen, zunächst im Winter, verhält sich alles anders, da ist früh vor Sonnenaufgang am wenigsten Wasserdunst in der Luft und Mittags gegen 2 Uhr durchschnittlich am meisten.

Uns gilt die Luft für trocken, wenn sich kein Wasserdunst daraus niederschlägt, sie also noch weit von ihrem Thaupunkt, von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist. Dieser Thaupunkt ist aber von der Temperatur abhängig und er ist z. B. schon bei + 2° C. vorhanden, wenn ein Cubikmeter Luft nur 6 Gramm Wasserdampf enthält.

Denn wenn jetzt die Luft nur noch um ein Geringes kälter wird, so schlägt sich der Wasserdunst nieder. Aber bei + 25° C. kann ein Cubikmeter Luft 13 Gramm, also mehr als noch einmal so viel Wasserdampf enthalten und wir sagen doch, die Luft sey trocken.

Die Luft ist gegen 3 Uhr Nachmittags im Sommer am trockensten und enthält doch viel mehr Wasserdampf, als im Winter zu derselben Zeit, wo wir häufig die Luft sehr feucht, d. h. nahe an ihrem Thaupunkt finden.

§. 12.

Wasserdunst aus dem Boden.

Für den Landwirth ist die Verdampfung des Wassers aus dem Boden von Wichtigkeit und aus dem Verhalten desselben im Vergleich mit Wasserflächen ist Manches für den Bedarf der Pflanzen an Wasser zur Einleitung der Diffusion der Pflanzennahrung außer ihnen abzuleiten.

Ich habe selbst viele Versuche angestellt und gefunden, daß im Allgemeinen sehr feuchte Erde bei gleicher Fläche mehr Wasser an die Luft abgibt, als reines Wasser. Die einzelnen Bodenschichten erwärmen sich rascher und tiefer als (unbewegliche) Wasserschichten. Sie verhalten sich dabei wieder anders je nachdem sie aus sand- oder pulverförmigen Mineralstückchen, dann aus Quarz, Glimmer oder Kalk- oder Thon- und Humustheilen bestehen. Insbesondere ändert auch der Zusatz von Stallmist dieses Verhalten sehr ab und ich erfuhr zuerst, daß Quarzsand durch Mischung mit Kuhexcrementen

in dieser Beziehung dem Thon sich ähnlich verhaltend gemacht werden konnte.

Aus Kalkboden verdunstet bei gleicher Zeit und sonst gleichen äußeren Verhältnissen ⅓ bis ½ mal mehr Wasser, als aus reiner gleichgroßer Wasserfläche.

Von sämmtlichen Meteorwassern, welche in Jahresfrist auf lehmigen Boden in Mitteldeutschland bei 28,48 Zoll Regenhöhe fielen, gingen 41,64 Procent durch Verdunstung verloren (v. Möllendorf), wenn kein anderer Zufluß zum Drainwasser, durch dessen Messung dieses Resultat gefunden wurde, stattfand.

Man hat sehr oft auf die Wasser anziehende Kraft des Bodens sich berufen, um gewisse Erscheinungen, wie namentlich jene der Existenz der Pflanzen bei lange mangelndem Regen, jene ihrer großen Wasserausdünstung, die oft das Quantum Meteorwasser, das ihnen in derselben Zeit zukommt, weit übertrifft, zu erklären.

Nach Meister fallen auf die vier Vegetationsmonate

Mai . .	9,274	bayr. Cubikfuß Regen auf 1 bayr. Tagwerk (40,000 Quadratfuß)
Juni . .	12,366	
Juli . .	13,294	
August . .	13,294	
	48,228 Cubikfuß.	

An Thau sind noch 2,400, an Nebel 0,580 Cubikfuß für die Vegetationszeit zuzurechnen.

Da nun nach Schübler ein bayrischer Morgen in 120 Tagen der Vegetationszeit im besten Falle (bei reinem Humusboden) nur 4,423 Cubikfuß aus der Luft Feuchtigkeit absorbirt, so macht dieß 55,631 bayrische Cubikfuß Wasser zusammen oder 2,447,764 Pfund, während Sonnenblumen (nach Hales) auf einem bayrischen Tagwerke in der Vegetationszeit 2,499,120 Pfund, Haber und Klee (nach Schleiden) 2,190,224 Pfund, Rasen (nach Schübler) selbst über 6,000,000 Pfund verdunstet.

Unger's Berechnungen lassen freilich ein anderes Resultat zum Vorschein kommen, aber da die Methode der Berechnung nicht genau mitgetheilt ist, fehlt auch die Möglichkeit kritischer Beurtheilung (Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855, S. 335).

Nach unseren eigenen Versuchen (siehe Natur der Landwirthschaft S. 95 ff.) ist allerdings die Verdunstung von Wasser durch

die Blätter und grünen Pflanzentheile überhaupt sehr groß, aber ich habe zugleich nachgewiesen, daß im Grundwasser jeder Boden eine schwer versiegende Quelle von Capillarwasser hat, wodurch immer neuer Zuschuß zu den Wurzeln gelangt, welcher die vom Boden zurückgehaltenen Nährstoffe der Pflanzen unter besonderer Einwirkung der Wurzeln selbst zum Eindringen durch die Zellwände befähigt. Die Grundwasser stehen aber unter sich so in Verbindung, daß sie aus Gegenden ohne Vegetation oder mit Ueberschuß an Wasser oder aus dem Winter ihr Deficit decken.

Die Verdunstung von Wasser aus einem Kalkboden verhielt sich zu jener aus reinem Wasser bei ganz gleichen Verhältnissen, unter welchen der Versuch angestellt wurde, wie 9 : 6 (oder $1/3$ mehr als pures Wasser).

Aus einem 3 Quadratfuß Fläche haltenden Fluidum von Jauche, die mit Schwefelsäure angesäuert war, verdunstete in 3 Tagen bei sehr warmem Wetter (höchster Thermometerstand 25^0 R.) die Nacht dazu genommen eine Höhe von 4 Millimetern. Nach 3 Tagen betrug der Verlust (am 28. und 29. Juni 1857) beim Tag 9 Millimeter und in der Nacht vom 28. bis 29. sogar 1 Centimeter, jedoch bei Wind, welcher eine viel größere Verdunstung an der Oberfläche verursacht, als Hitze allein.

§. 13.

Thau, Nebel, Wolken.

Es gibt eine Art Erkältung, die Nachts bei heiterem Himmel besonders stark eintritt und dann die Reife und Nachtfröste oft bis in den Sommer hinein auf großen Moorflächen verursacht und die man Erkältung durch Strahlung nennt. Durch diese Erkältung kann der Boden und das was ihn bedeckt um mehrere Grade, ja bis zu 8^0 R. unter die Temperatur der umgebenden Luft, die dabei auch allmählig erkaltet, sinken. Wenn nun die Luftschichten so bis zum Thaupunkt ihres Wasserdunstes erkaltet sind, so schlägt sich ein Theil desselben als feine Tröpfchen nieder und hängt sich an die kalten Körper an, — das ist der Thau, der dann an mehr erkälteten Körpern reichlicher als an anderen hängt, reichlicher an Gras und Blättern, als an Steinen und Erde.

Was die nächtliche Strahlung hindert, hindert auch die Thaubildung, wie z. B. eine Wolkenschichte. Auch Wind, der die

Luftschichten wechselt und warme zu den kalten führt, stört. Gefrorener Thau ist Reif.

Die Landwirthschaft kennt Mittel, diesen nächtlichen als Spätreife höchst schädlichen Reifen etwas vorzubeugen.

Wenn die Wasserdämpfe sich nicht an kalten Körpern niederschlagen, sondern in der freien Luft schwebend sich verdichten, so bilden sie den Nebel, der aus zahllosen kleinen hohlen Wasserbläschen besteht, die in der Luft schweben. Er entsteht gerne, wenn das Wasser (Seen, Flüsse, Moore) oder der feuchte Boden wärmer ist, als die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft. Da die Luft sich zuerst im Herbst früher abkühlt, so sind auch um diese Zeit die Nebel am häufigsten, insbesondere in Ländern, die von warmen Meeren umspült sind (der Golfstrom). Ist umgekehrt die Luft schon mit Wasserdampf gesättigt und berührt kalte Wasserflächen, so entsteht an der Grenze beider wieder Nebel. Wenn sich kalte Luft mit wärmerer, die aber mit Wasserdunst gesättigt ist, mischt, so entsteht Nebel, wie wenn im Winter kalte Luft in einen feuchtwarmen Kuhstall stürzt.

Steigt die untere warme Luft, mit Wasserdunst reichlich versehen, in die Höhe, so gelangt sie in die sehr kalte obere Luftregion, man denke nur an den ewigen Schnee unserer Alpen bei 7—8000 Fuß Höhe und, hier angekommen, verdichtet sich der Wasserdunst zu Nebelbläschen. Diese sind uns sichtbar als Nebel im höheren Luftraume, nunmehr Wolken genannt. So leicht aber auch die Bläschen sind, so müssen sie doch, namentlich bei Windstille, herabfallen, was nur zeitweise als Regen geschieht. Als Ursache, daß sie nicht immer wieder herabfallen, wird angegeben, daß sie zwar allerdings herabsänken, aber in den unteren wärmeren Schichten angekommen, sich wieder in Dunst auflösten und mit der warmen Luft wieder aufstiegen, eine Erklärung, die Einwendungen zuläßt.

Daß durch dieses fortwährende Aufsteigen neuen und alten Wasserdunstes sich die Nebelbläschen in den Wolken immer mehr vermehren und zunehmen und endlich so schwer werden, daß sie rascher fallen und, weil sie kalt sind, unterwegs nur immer mehr Wasserdunst verdichten und so selbst größer werden und dem Verdunsten widerstehen, läßt sich annehmen, und so kommen sie dann zeitweise auch als Regen in Tropfenform wieder auf die Erde.

Man hat vor einiger Zeit viel Werth auf die Gestalt der

Wolken gelegt und daraus allerlei Wetterkündigung versucht, was denn auch bei recht charakteristischen Formen unter Zuhülfenahme noch anderer Erscheinungen auch oft gelingt. Aber gar oft ist es sehr schwer, die Form zu bestimmen, und noch schwerer, daraus das Wetter vorherzukünden.

Als Hauptformen sieht man:

1) die Federwolken,

2) die Haufenwolken,

3) die Schichtwolken an. Erstere lassen schönes Wetter hoffen, wenn sie lange fort unverändert bleiben, die zweiten deuten auf Regen, wenn sie rasch zunehmen, sich verdunkeln und niederzusinken drohen, während vorher wehende Winde sich legen. Letztere lassen alles Mögliche aus sich hervorgehen, ebenso oft schönes, wie schlechtes Wetter.

Als Zwischenformen sieht man die fedrigen Haufenwolken und fedrigen Schichtwolken, gethürmte Haufenwolken und die Regenwolke, welche alle drei Hauptformen vereinigt, an.

Wenn die Regenwolke begrenzt ist, die Wolken sich brechen und nicht immer neue Schichten über den älteren liegen, wenn blaue Flecken da und dort sichtbar werden, dann ist Aussicht vorhanden, daß der Regen bald aufhört, im Gegentheil nicht.

§. 14.

Bestandtheile der Luft.

Die Luft ist ein Gas oder ein Körper in Form von Gas. Alle Körper sind entweder fest oder flüssig oder gasförmig. Das Wasser ist gefroren fest, aufgethaut flüssig, durch Kochen wird es gasförmig.

Die Luft ist aber kein einfaches Gas, sondern ein Gemisch von Gasen, insbesondere von zweien. Das eine davon heißt Sauerstoffgas, das andere Stickstoffgas und von letzterem sind in 100 Maaßen Luft 79 Maaße und von Sauerstoff 21 Maaße. In 100 Gewichtstheilen Luft macht das 77 Stickstoff und 23 Sauerstoff. 1 Liter Luft wiegt 1,2991 Gramme, 1 Liter Wasser bei + 4° C. 1000 Gramme. Es ist also die Luft bei 0° C. 770mal leichter als Wasser.

Es ist aber ganz regelmäßig in der Luft noch ein Gas, dasselbe, was durch das Athmen aller Thiere, durchs Verbrennen und Verwesen entsteht und das die Pflanzen bei der Nacht ausathmen,

dasselbe Gas, was aus gährenden Flüssigkeiten entweicht und vom Kalkstein, wenn er gebrannt wird, was denselben noch ungebrannt so aufbrausen macht, wenn man eine starke Säure auf ihn schüttet. Das ist die Kohlensäure. Daß auch Wasserdunst in der Luft ist, wurde schon angeführt. Aber auch Ammoniak und mehrere Gase, die bei der Fäulniß und Zersetzung frei werden, wie Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas, selbst Salpetersäure, findet man, freilich in sehr wechselnden und oft nur sehr geringen Mengen in der Luft.

Genau gesagt enthalten 100 Theile trockener atmosphärischer Luft bei einer bestimmten Dichtigkeit überall gleichviel Sauerstoff und Stickstoff mit kaum bemerkbaren Schwankungen, nur die Kohlensäure wechselt fast um's Doppelte und zwar

	nach dem Gewichte	nach dem Maaße
Sauerstoff . . .	22,98	20,76
Stickstoff	76,94	79,19
Kohlensäure . . .	0,07	0,05.

Luft über Schnee oder Eis enthält weniger Sauerstoff (nur 12 bis 16 Maaße in 100 Maaßen), das Schneewasser ist dann um so reicher daran.

Da man den Druck der ganzen Luftmasse ringsum auf die ganze Erdoberfläche (9281216,28 Quadratmeilen) kennt, so weiß man auch, daß die ganze Atmosphäre in preußischen Pfunden enthält:

Sauerstoff . . .	2,551586,000000,000000
Stickstoff . . .	8,544932,000000,000000
Kohlensäure . .	8440,000000,000000
	11,104958,000000,000000.

Man hat Grund, den Gehalt der Luft an Wasserstoffgas (nicht Wasserdampf) zu $\frac{2-3}{100,000}$ dem Maaße nach anzunehmen. Es ist wohl zumeist als Sumpfgas vorhanden.

Jedermann denkt bei diesen Zahlen daran, ob denn diese Bestandtheile der Luft beständig seyen, ob sie immer und überall sich gleich blieben in der Menge? Daß die Kohlensäure zwischen $\frac{3-5}{10,000}$ schwanke, ward schon gesagt, ebenso, daß dieß noch viel mehr mit den anderen Gasen der Fall ist. Ob aber auch der Sauerstoff nicht abnehme? die Thiere athmen ihn ein und geben

einen Theil nur als Kohlensäure wieder zurück. Man denke nun an die ungeheure Zahl von Menschen und Thieren, welche alle vom Sauerstoff zehren oder von ihm verzehrt werden. Alles Organische, was verwest, vermodert oder fault, verzehrt Sauerstoff. Alle Kohlenflötze, Torflager und Wälder, welche zu den gewaltigen Oefen der Industrie wie zum häuslichen Herd wandern, verzehren Sauerstoff und geben, indem sie sich mit ihm verbindend verbrennen, Kohlensäure zurück. Die Pflanzen selbst nehmen im Dunklen Sauerstoff auf und feuerspeiende Berge brauchen ihn zur Gluth und Oxydation. Man hat dieser Consumtion von Sauerstoff, welche man von den Thieren allein auf $^{1}/_{500}$ des gesammten Sauerstoffes der Luft oder auf 624500 Millionen Pfunde berechnet hat, die Ausgleichung von Seite der Pflanzenwelt, die beim Tage, insbesondere beim Sonnenlichte Sauerstoff abgibt, entgegengesetzt. Uns däucht, sie sey seit der großen Minderung der Wälder und Mehrung von Verbrennungsherden nicht mehr zureichend und wenn unsere eudiometrischen Untersuchungen der Luftbestandtheile noch nichts davon gezeigt haben, so sind diese entweder noch nicht genau genug oder die Natur hat noch andere großartige Compensationsmittel. Wenn in den Urzeiten der Ueberschuß der Atmosphäre an Kohlensäure sich als Steinkohle, Torf und Moor ablagern konnte, so ist nach längerem Stationärbleiben allmählig ein Zustand zu erwarten, in dem die Kohle auch in der Atmosphäre, wie eben in der Industrie, zur höheren Bedeutung kommen, d. h. im bedenklichen Ueberschuß in der Atmosphäre vorhanden seyn wird.

Der Ammoniakgehalt der Luft rührt wohl von verwesenden und verbrennenden stickstoffhaltigen Körpern her. Daß die Luft Ammoniak enthalte, ward schon frühzeitig bald aus der Bildung von schwefelsaurem Ammoniak an der Luft, an welche man reines Vitriolöl gestellt hatte, bald aus der Bildung von Ammoniakalaun aus schwefelsaurer Alaunerde, bald aus dem Ammoniakgehalt rein geglühten Thones, nachdem er längere Zeit an der Luft gelegen war, endlich durch Darstellung desselben aus Regenwasser mittels Zusatz von Salzsäure, Abdampfung und Salmiakbildung, bewiesen.

Die Angabe über die in 1,000,000 Theilen Luft vorhandenen Mengen Ammoniak schwanken aber sehr.

Gräger fand in einer Million Lufttheilen nur 0,33 Ammoniak, was 0,938 kohlensaures Ammoniak ergiebt, also noch kein Ganzes.

Fresenius	bei Tag	0,098	oder kohlensaures	Ammoniak		0,283
	„ Nacht	0,169	„	„	„	0,474
	im Mittel	0,133	„	„	„	0,379

Hersford fand aber bei 13 Versuchen wechselnd zwischen 1,2—47,600 Ammoniak in 1,000,000 Theilen Luft, und Kemp 3880.

Isid. Pierre 3,490 (zu Caen im Winter 1851 12′ über dem Boden
„ „ 0,500 (zu Caen im Mai 1852—53 25′ über der Erde
Georg. Ville 0,0237 } Paris im Mittel vieler Bestimmungen (30 Fuß
„ „ 0,0210 } über der Erde.

Jedenfalls also im hohen Grade wechselnde Mengen.

In der Luft ist überdieß noch fast alles auch verbreitet, was auf der Erde sich findet.

In Hagelkörnern, Regen, Schnee, Nebeln fand man daher Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, selbst Phosphorsäure (im Höherauch!) und am häufigsten Salzsäure (als Seesalz noch weit von der Küste entfernt), Kieselerde, Eisen, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Mangan, endlich einen die Silberlösungen am Licht röthenden, zuletzt schwärzenden organischen Stoff, der wohl aus nichts als sehr verschiedenen Staubtheilchen besteht, die in der Luft schweben.

Aber nicht bloß Gase und Wasser, auch organische und unorganische Bestandtheile sind der Luft beigemengt. Das deutlichste Beispiel zeigt sich beim Rauchen der Kamine. Der Rauch ist nichts als feinvertheilte Kohle, die in der Luft schwebt und oft sehr weit fortgetragen wird. Dieß geschieht am großartigsten bei bedeutenden vulkanischen Ausbrüchen und bei Moorbränden. Die feinvertheilten Kohlenmassen überziehen dann viele Länder als trockne Nebel und Höherauch, und gewinnen durch ihre Einflüsse auf die Vegetation für die Landwirthschaft große Bedeutung.

Der Höherauch (Heerrauch, Haarrauch, Landrauch, Haiderauch, Moorrauch) ist ein trockner Nebel, zumeist im Mai und Juni in Deutschland beobachtet, der entfernte Gegenstände verschleiert, die Sonne bei niederem Stande vorzüglich braun- oder blutroth erscheinen und mit freiem Auge betrachten läßt, der aber aus feinen Kohlentheilchen anstatt aus feuchten Nebelbläschen besteht. Im nordwestlichen Deutschland gibt es nämlich über 100 Quadratmeilen Moore, z. B. das Bourtanger Moor, das Düvelsmoor ꝛc., welche nach einer erst 1707, wie man sagt, eingeführten Kulturmethode mittelst Verkohlens der Moordecke (Brandwirthschaft) bearbeitet

werden, in deren Folge die Rauchtheilchen (etwa 73 Millionen Pfunde [Finke]) vom Winde über sehr große Länderflächen getragen werden.

Von vielen Landwirthen wird dem Höherauch ein sehr schädlicher Einfluß auf die Vegetation, insbesondere wenn er mit der Blüthezeit einzelner Kulturpflanzen zusammentrifft, zugeschrieben, von anderer Seite wird dieß in Abrede gestellt.

Wenn auch die feinen Kohlentheilchen kaum zu schaden vermögen, so ist doch gewiß die Hemmung der Transpiration der Pflanzen und ihres Rapportes zur Luftnahrung überhaupt, wie sie bei gehemmtem Sonnenlichte am Tage gerade zur Blüthezeit möglich gedacht werden muß, nicht allzu gering zu schätzen, obgleich erst genaue Beobachtungen, vergleichend angestellt, die Frage zu entscheiden vermögen.

Daß übrigens Rauch die Kälteerzeugung durch Ausstrahlung und damit Nachtfröste hindert, ist ebenfalls in Betracht zu ziehen. Wenden ja doch die Landwirthe, zunächst Winzer, gegen Spätfrost dieses Mittel selbst im Großen an.

Ein rother Regen- und Schneefall, 1847 im Pusterthal zu Lienz (nach Meister) beobachtet, enthielt außer 47 Procent unverwitterter Bestandtheile mehr als 4 Procent organische Materie und nach Ehrenbergs Untersuchungen an 66 Arten von thier- und pflanzlichen Organismen. Ueber ganze Meere hinweg tragen Stürme solche mikroskopische Schöpfungen.

Von den übrigen in der Luft oft schwebenden Körpern sind am häufigsten die kleinen Staubtheilchen, welche insbesondere in Zimmern sichtbar sind, wenn ein Sonnenstrahl durch dieselben zieht. Ein feuchtes Gläschen, darin umgeschwenkt und dann unter das Mikroskop gebracht, zeigt diese Stückchen von Holz, Haaren, Federn, erdigen Stoffen u. s. w. Daß Sturmwinde selbst viel größere Staubmassen, endlich mikroskopische Thierchen nicht bloß mit sich führen, sondern auch in ungeheure Entfernungen durch die oberen Luftschichten tragen, ist eben gezeigt worden. Dennoch ist die häufig gehörte Ansicht von der allgemeinen Verbreitung von Samen, Zellen und Blüthenstaub der Pflanzen durch die Luft, die Erklärung der ungeheuren Vermehrung mancher Schmarotzerpilze, z. B. der die Kartoffelkrankheit oder Traubenkrankheit begleitenden Arten, sehr übertrieben und unrichtig. Während der oft

nur an eine sehr kurze Dauer gebundenen Vegetationszeit solcher Pflanzen, der Blüthe- oder Keimzellenbildung derselben herrschen auch oft nur selten oder gar keine Sturmwinde, welche die leichten Fortpflanzungszellen allüberall hin tragen könnten oder die Windströmungen treten nur lokal auf, während doch das Auftreten jener Schmarotzerbildungen allgemein ist, endlich zeigte uns auch häufige Untersuchung der aus der Luft künstlich gewonnenen Niederschläge (mittelst Verdichtung des Wasserdunstes auf kalten Flächen), daß sich sehr selten Sporen oder Pilzzellen darin fanden. Was man vom Schweben der Kieselpanzler in der Luft gesagt hat, fand ich vollends niemals bestätigt. Es sind dieß nämlich zwischen Pflanzen und Thieren stehende Bildungen, welche den gelben, braunen oder rothen Schlamm der Bäche, Flüsse und Teiche in der Hauptsache ausmachen und in stehenden Wassern an Sommertagen auch oft, von vielen Gasblasen begleitet, als Schlammstücke oben auf steigen.

Hier reiht sich auch das Kapitel über die Krankheiten erzeugenden Stoffe, welche in der Luft schweben sollen und Miasmen heißen, an. Schon Ein Theil Kohlenwasserstoffgas oder Schwefelwasserstoffgas zu 1000 Theilen Luft gemischt wirkt für kleinere Thiere (auch Vögel schon) schädlich, wenn sie solche Luft zu athmen genöthigt sind. Daß an Sümpfen, Mooren und insbesondere an sumpfigen Meeresküsten, wo süßes und Salzwasser oft zusammenkommen und viel Organisches entsteht und vergeht, also verwest und sich die genannten Gase bilden, die Luft Krankheiten, vorerst Fieber auch für den Menschen erzeugt, ist so erklärlich. Aber die Entstehung vieler anderen Krankheiten an sonst ihrer Luftbeschaffenheit nach ganz günstig gelegenen Orten wird gleichfalls sehr gewöhnlich einem „in der Luft liegen", einem „Miasma" zugeschrieben, über dessen natürliches Verhalten wir aber noch gar nichts wissen. Uns däucht, daß schon sehr geringe Schwankungen der normalen Bestandtheile der Luft wie ihrer Temperatur- und Feuchtigkeits-, vielleicht selbst ihrer Elektricitätsverhältnisse, wie sie unsere Methoden der Untersuchung noch nicht genau anzugeben vermögen, bedeutende Störungen der Gesundheit der Menschen verursachen können.

V.

Die Pflanze.

A. Als solche.

§. 1.

Organisches.

Als Luft, Erde oder Wasser oder im Augenblick der Verbindung einzelner Stoffe als Feuer erscheint uns alle Materie auf der Welt. Diese vier sogenannten Elemente der Alten sind die Zustände, unter welchen wir die Materie, d. h. alles sichtbar Erschaffene, die Natur also, zuerst erkennen. Bei weiterer Zerlegung derselben finden wir dann, daß sie aus 62 Urstoffen bestehen, die wir nicht weiter zerlegen können. Aus diesen nun besteht alles, was wir sehen und selbst auch die Luft und die ihr ähnlichen Gase, die wir nicht mit den Augen unterscheiden können. Ein Stück Holz besteht aus ihnen, wie ein Stück Kreide oder Kieselstein, der wachsende Baum, das flüchtige Thier so gut, wie der gewaltigste Gebirgsstock, kurz Alles. Aber wenn wir ein Stück Holz durch eine Säge etwa in kleine Stücke, Sägespäne, zertheilen und diese Stückchen an der Luft liegen lassen, wo dann Wasser und Wärme dazutreten, so bräunen sie sich allmählig und werden in Jahresfrist ganz schwarz, endlich werden sie morsch und pulverig, wie verwestes altes Holz in hohlen Bäumen oder speckiger Mist oder Torf und endlich verschwinden sie ganz, indem sie der Regen auswäscht und auflöst. Man heißt dieß eine langsame Verbrennung oder Vermoderung; bei Thieren, denen es auch so geht, Verwesung und, wenn übelriechende Gase dabei sich entwickeln, Fäulniß. In der That geschieht hiebei nur, was beim Verbrennen, jedoch weit

schneller, auch geschieht. Wenn ihr aber einen Kieselstein oder Kalkstein in kleine Stücke zerschlagt, so sind die Stückchen nach Jahr und Tag noch das, was sie vorher gewesen. Jedes Stückchen ist noch Feuerstein wie vorher, es löst sich nur mehr in recht kleine Stücke vertheilt oder gepulvert etwas besser auf wie vorher.

Der Stein verwittert, todte Pflanzen und Thiere verwesen. Aber nicht so lange sie leben; sie sterben aber, wenn man sie in viele Stücke zerschneidet, der Stein bleibt in jedem Stückchen, was er ist. Pflanzen und Thiere sind eben nicht in jedem Stückchen, was sie im Ganzen sind, sondern ihre Stückchen oder feinsten Theilchen sind so geordnet, daß die einen Blätter, die andern Wurzeln, diese Stamm, jene Blüthen bilden, oder beim Thiere Fleisch, dann Blut, dann Nerven, dann Knochen, endlich Herz, Hirn, Magen, Leber, Hände und Füße. Diese Theile, die am Ende doch nur Gruppen ihrer feinsten Endtheile sind, nennt man Werkzeuge zu einer Erscheinung, die „das Leben" heißt, oder Organe und alle Körper auf der Erde, welche solche Organe ursprünglich hatten oder selbst waren, heißen organische und die sie nicht haben, sind unorganische. Pflanzen und Thiere sind organische Körper, die Gesteine, auch Luft, Licht und Wasser sind unorganische. Wenn die Elemente wieder aus der organischen Verbindung, in welcher sie gefesselt waren, frei werden, einfach oder zusammengesetzt, so gehören sie wieder zum Reich des Unorganischen, aber im Begriff des Ueberganges dazu, wie beim Verwesen der Humus oder die Kohle beim Verbrennen sich bildet, ist schwer die Grenze festzustellen.

Die organischen Körper bewegen sich aus eigener Thätigkeit, wenn auch nur schwach, was bei den unorganischen nicht stattfindet. Es gibt Pflanzen, welche ihre Blätter nach verschiedenen Einwirkungen heben oder senken, deßgleichen ihre Staubfäden, und jedenfalls bewegt sich in ihnen der Saft und sie wachsen eben durch diesen Saft von innen her, gleich den Thieren. Der Stein nimmt nur hie und da durch äußere Ablagerung zu, niemals von innen aus. Im Großen aber nimmt das Steinreich von außen her immer ab; durch den Einfluß der Luft, Wärme und Feuchtigkeit schreitet eben immer die Verwitterung fort. Begreiflich ist das Bewegungsvermögen der Pflanzen noch das Geringste und findet auch nur zumeist erst auf äußere Reize hin statt. Darum muß auch die Pflanze in Luft und Boden überall ihre Nahrung und die Bedingungen

ihres Daseyns finden, weil sie ihnen nicht nachgehen kann, wie das Thier. Darum ist auch der Verbreitungsbezirk der Pflanzen viel mehr beschränkt, wie jener der Thiere. Doch hat der Landwirth durch seine Kunst, d. h. die Kultur, diese Verbreitungsbezirke außerordentlich vergrößert.

Die Pflanze ist im Innern weitaus nicht so vollkommen, nicht so reich organisirt, wie das höhere Thier. Wenn man sie aufschneidet oder einschneidet, so findet man im Innern wenig Unterschied vom Aeußern, überall sind eben nur Zellen und Gefäße und gerade ihre Hauptorgane wachsen nach außen, woher sie ihre Nahrung bezieht. Beim höheren Thiere ist dieß ganz anders, denn das hat in bestimmten Höhlen erst die wichtigsten Organe zum Leben im Innern und die letzten Formbestandtheile derselben erscheinen in größerer Verschiedenheit, wenn sie auch alle zuletzt doch wieder, wie bei der Pflanze, aus einem mit Flüssigkeit gefüllten, überall geschlossenen, dünnhäutigen Bläschen, der Zelle, entstanden.

Es gibt indessen doch auch so einfache Wesen, nur aus Einer solchen Zelle gleichsam bestehend, nur durch bedeutende Vergrößerungen sichtbar, aber in ungeheuren Milliarden vorkommend, daß man nicht recht entscheiden kann, ob sie Thiere oder Pflanzen seyen. Dahin gehören die von uns schon oben erwähnten, auf die Erdbildung so äußerst einflußreichen mikroskopischen Schalenthierchen, Kiesel- und Kalkpanzler, ja auch Eisenpanzler gibt es häufig unter ihnen und es wurde sogar behauptet, daß wie aller Kalk der Erde, so auch alles Eisen derselben von ihnen herrühre.

Eine Wurzel, das Blatt, ein Knochen, das Fleisch ꝛc. heißen organisch, auch der Zucker, das Gummi und Stärkmehl, der Zellstoff, die Gallerte, der Faserstoff ꝛc., welche von ihnen kommen, heißen noch so, aber der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, der Schwefel, Phosphor, Chlor und Kiesel, die Alkalien und Erden, wie natürlich die Metalle derselben, aus denen sie zuletzt bestehen, heißen unorganisch. Unorganische Körper können wir häufig künstlich darstellen, aber organische noch sehr selten.

§. 2.

Entstehung.

Wenn man zu einer Pottaschenlauge eine Säure, z. B. Schwefelsäure bringt und läßt ruhig die Flüssigkeit längere Zeit stehen,

indem man das Wasser etwas verdampfen läßt, so entsteht endlich am Grund des Gefäßes ein Körper in schönen Krystallen, den man schwefelsaures Kali nennt und der zum Reich des Unorganischen gehört. Bringen wir zu einer Lösung von Aetzkalk in Wasser, also Kalkwasser, etwas Kleesäure oder Oxalsäure, so entsteht ein im Wasser unlöslicher Niederschlag von oxalsaurem Kalk, der in den lebenden Pflanzen schon häufig in Krystallen vorkommt, in ihnen gebildet wird. Die Oxalsäure ist organischen Ursprunges, kann aber künstlich von uns erzeugt werden. Auch die Aepfelsäure und Citronensäure sind solche krystallisirende organische Säuren.

Das Krystallisiren ist kein fester Charakterunterschied zwischen organischem und unorganischem, doch ist die erste Entstehung eines organischen Wesens, wovon erst krystallisirende organische Stoffe kommen können, niemals eine Krystallisation.

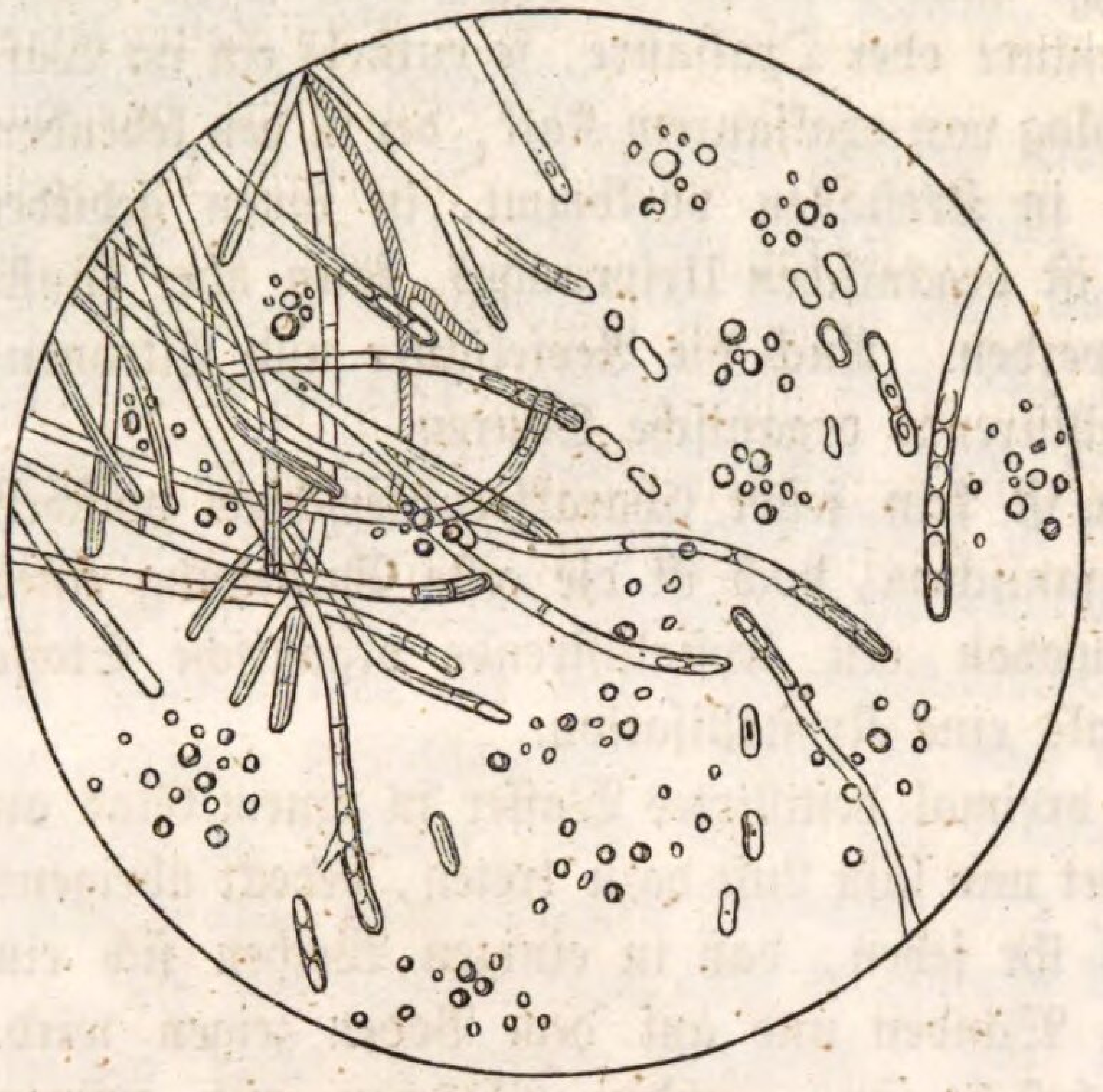
Stellt zwei- und dreimal destillirtes Wasser in einem Glas an einen mäßig warmen Ort und laßt Luft dazu treten, bedeckt übrigens das Gefäß, so werdet ihr sehen, daß in einigen Wochen sich ein grüner Anflug an den Wänden und auf dem Boden zeigen wird. Dieser grüne Anflug besteht aus runden Bläschen mit grünen Kernen, die jedes für sich eine Pflanze bilden. So sehr auch das Wasser destillirt, d. h. von unorganischen Stoffen befreit wurde, so finden doch diese grünen Bläschen, die man auch Zellen nennt, so viele mineralische Bestandtheile, als sie zu ihrem Leben brauchen, denn wenn sie verbrannt werden, hinterlassen sie Asche. Die Asche aber besteht aus den unorganischen Körpern, welche in die Pflanzen eingehen.

Diese Pflänzchen heißen Einzellige, und es gibt noch viele derartige, wie z. B. die Hefe, welche bei der Bier- und Weingährung entsteht und andere. Solche Pflänzchen entstehen aus den Kernen ihres Bläschens oder ihrer Zelle, wenn diese sich erweitert, gleichsam aussackt und abschnürt, oder zerplatzt, worauf die Kerne wie Samen ausfallen.

Aber ihr allererstes Entstehen aus Samen ist doch manchmal noch nicht recht klar, weil sie oft da entstehen, wo man nichts von Samen finden kann, wie eben im destillirten Wasser oder in größeren Pflanzen, die sie dadurch krank machen, wie im Brand, Rost und Mehlthau. Daß in der Luft überall herum ihre unsichtbar kleinen Samen flögen, wie Manche sagen, ist nicht recht glaublich,

denn man findet sie in derselben nicht so häufig, als sonst der Fall seyn müßte. Fig. 22 zeigt die einzelligen Milchalgen, die sich auf dem Rahm bilden und ihm ein sammtartiges Aussehen geben. Wie es sich nun auch verhalten mag, die ersten niedersten und einfachsten Pflänzchen entstehen als einfache ringsum geschlossene Bläschen mit festem und flüssigem Inhalt oder als Zellen, die sich in höheren Bildungen auch aneinander reihen, wie in den Wasserfäden oder Schimmelpilzen rc.

Fig 22.



Die vollkommenste Pflanze aber, ein Eichbaum, eine Palme oder eine Kartoffel besteht auch nur aus solchen Zellen, aber aus Milliarden begreiflich, alle verbunden und einem Gesetze unterthan, welches eben den Gesammtkörper regiert, den wir Eichbaum oder Palme rc. heißen. Wenn sich diese vollkommensten Pflanzen auch wieder fortflanzen wollen, so trennt sich eine Zelle von den übrigen in dem Fruchtboden als Keimzelle und aus ihr erwächst der Samen, so daß also der größte Baum denselben Anfang nimmt, wie das kleinste Hefenkörnchen, aus einer Zelle oder einem Bläschen nämlich.

Die Thiere entstehen nicht anders und es ist also richtig, wenn wir sagen, alles Organische beginne mit der Zelle oder dem Ei, welches letztere nur aus schon vermehrten und besonders befähigten Zellen besteht.

§. 3.

Die Zelle.

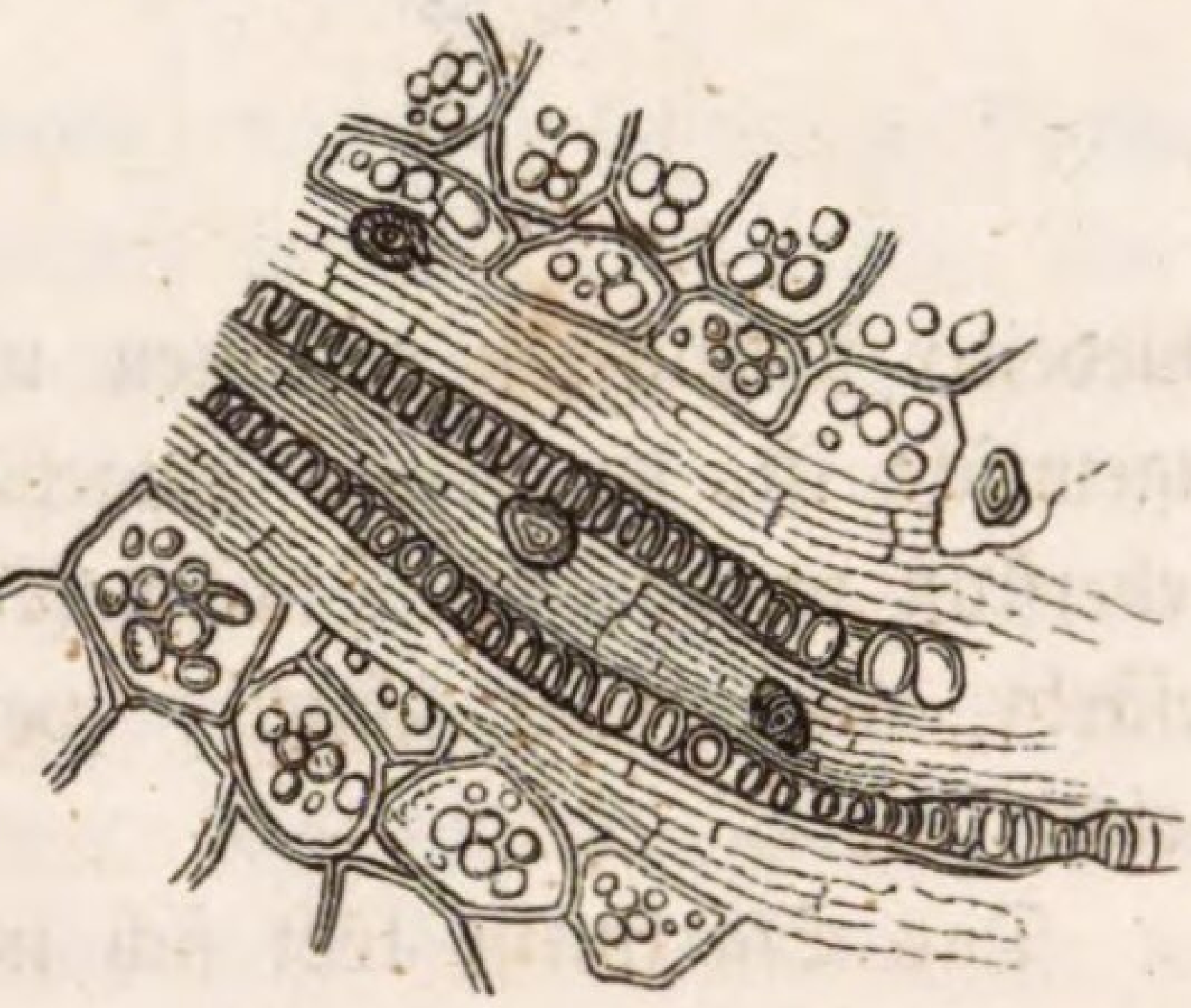
Die Zelle hat also eine Wand und einen darin eingeschlossenen Inhalt. Die Wand besteht aus einem zähen, durchsichtigen Stoffe, der sich im Wasser nicht auflöst und sich etwa wie Baumwolle,

Flachs oder Bast verhält. Man nennt ihn *Zellstoff* und das trockne Mark eines Hollunderschoßes besteht fast ganz aus ihm.

Diese Zellwand ist Anfangs beim Entstehen der Zelle sehr dünn und zart und, obgleich sie keine sichtbaren Löcher oder Poren hat, doch leicht *durchdringbar* von wässrigen Flüssigkeiten, namentlich wenn diese auf einer Seite wieder verdampfen, wie das an der Oberfläche der Blätter der Fall ist. Innerhalb der Zelle ist der Zellschlauch (Primordialschlauch), der sich von der äußeren Zellwand leichter oder schwerer trennen läßt.

Allmählig verdickt sich die Zellwand, nicht bloß sie selbst, sondern auch durch Anlagerung von festen Stoffen, zumeist von innen, doch auch von außen. Endlich wird die ganze Zelle ausgefüllt und sie selbst ändert sich manchfaltig, wie wir bald hören werden.

Fig 23.



Wenn man von einem Kartoffelknollen ein feines Stückchen unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man die Zellen zu einem Gewebe verbunden und innerhalb derselben im Safte nichts als Stärkmehlkugeln liegen. (Fig. 23.)

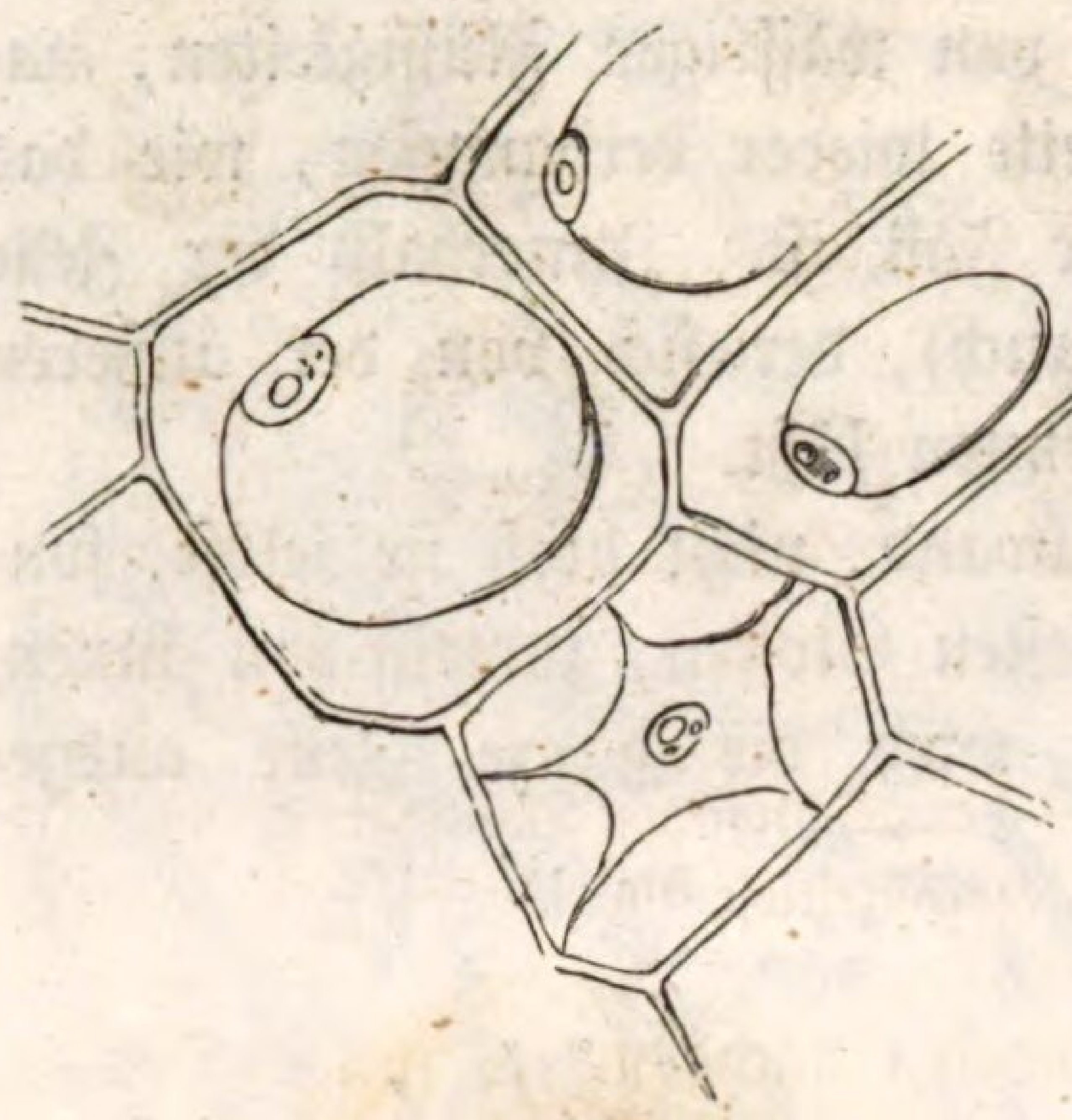
Keimt nun die Kartoffel und man nimmt vom Keime einen feinen Querschnitt, so sieht man die Zellen meistens leer, nur selten liegen noch kleine Körnchen Stärkemehl darin (Fig. 24); dafür aber ein großer übrigens sehr durchsichtiger Kern, der wieder einen kleineren Kern einschließt. Man nennt den größeren *Zellkern* und den kleineren Kernkörperchen. Vom *Zellkern* gehen auch Streifen gegen den Umfang der Zelle, d. h. gegen die Zellwand, wenn man die Zelle besonders behandelt, obgleich der Zellkern gerade nicht in der Mitte der Zelle innen liegt; diese Streifen sind Stellen des Schlauches, wo er noch an der Wand hängt. Der Zellkern und seine Kernkörperchen nebst dem Schlauch, der sie einschließt, sind von großer Bedeutung für die Vermehrung der Zelle, da sie

Fig 24.



von hier meist beginnt, also für das Wachsen überhaupt. Derselbe ist sammt den von ihm ausgehenden Streifen stickstoffhaltig und also entweder von Eiweiß oder einem der Proteinkörper überhaupt umgeben. (Fig. 25.)

Fig 25.



Sichtbar in der Zelle sind ferner die abgelagerten Stärkmehlkugeln, die übrigens sehr verschieden gestaltet sind. Die der Getreidekörner sind anders geformt wie jene der Hülsenfrüchte, wie Wicken oder Bohnen, und wieder anders sind jene der Kartoffeln. Man kann daher mit dem Mikroskop schon die Mischung verschiedener Mehlarten erkennen und auch erfahren, daß das Mehl zugemischt ist, wo keines hingehört, z. B. unter die Milch. Zum Ueberfluß werden die Stärkmehlkörner durch Zusatz von Jod blau gefärbt, namentlich schnell, wenn sie vorher schon etwas durchweicht sind.

Das Stärkmehl löst sich in kaltem Wasser fast gar nicht und bildet mit heißem den Kleister. Es besteht aus übereinandergelagerten Schichten und nimmt in den keimenden und wachsenden Pflanzen ab, wie es zunimmt, wenn ein Pflanzentheil sich dem Ende seiner Wachsthumsperiode nähert. Nach Nägeli's sehr umfassenden Untersuchungen scheidet sich in der Zelle gelöste organische Substanz (ob dem Zellstoff oder dem Stärkegummi am ähnlichsten?) als feste Körner aus; diese sind durchdringbar und nehmen Lösungen auf, aus welchen immer ein Theil im festen Zustande wieder eingelagert wird und welche wieder neue Substanz aus der umspülenden Flüssigkeit durch Diffusion anziehen. Wasser und feste Masse werden immer neu eingelagert und das so entstandene Stärkekorn wächst fort durch Aufnahme nach innen (Intussusception). Das Wachsthum geht in concentrischen Richtungen vor sich.

Mehrere Stärkekörner vereinigen sich oft zu einer Kugel, alle sind ursprünglich mit einer viel Zellstoff enthaltenden Hüllschichte umgeben.

Fig 26.



Fig. 27.



Fig. 26. Frisches Kartoffelstärkekorn ($^{1}/_{1000}$) mit 4 eingeschlossenen Theilkörnern (a b c d).
Fig. 27. Stärkekörner aus den Knollen der Herbstzeitlose.

Eine alte Kartoffel hat im Boden, nachdem sie junge Triebe gebildet hat, kein Stärkmehl mehr, wenn sie auch noch saftig, strotzend und gesund aussieht. Das keimende Haberkorn wird allmählig leer in seiner Hülse, sowie der Keim länger wird. Das Stärkmehl wird dabei bald in Zucker, wie bei dem keimenden Getreide, bald in Gummi, wie bei der Kartoffel, verwandelt, von Wasser aufgelöst und zur Ernährung des jungen Keimes verwendet. Wenn man zuviel davon den Samen entzieht (etwa durch Verletzung), so treiben sie schwache Keime.

Fig. 28.

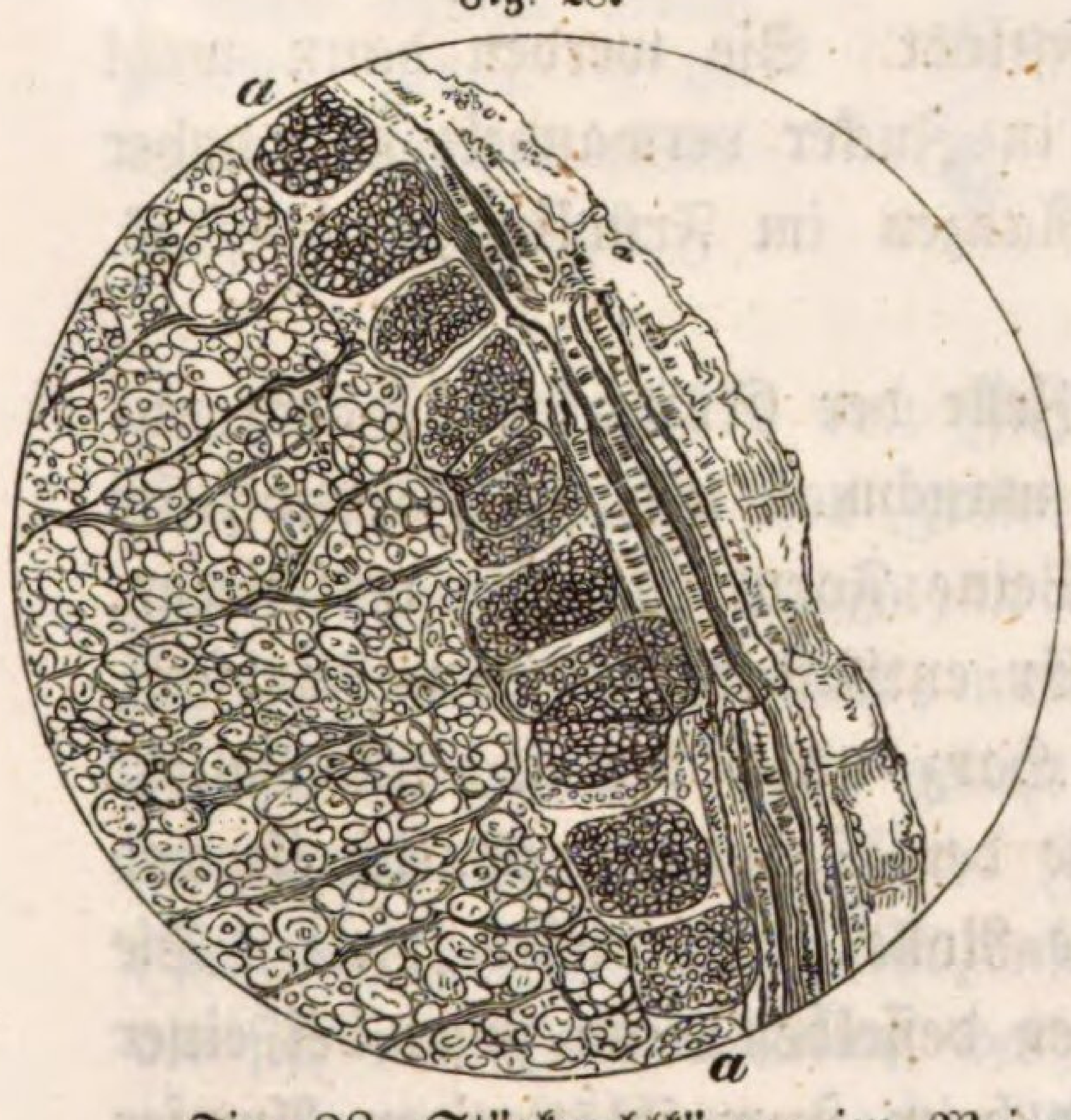


Fig. 29.

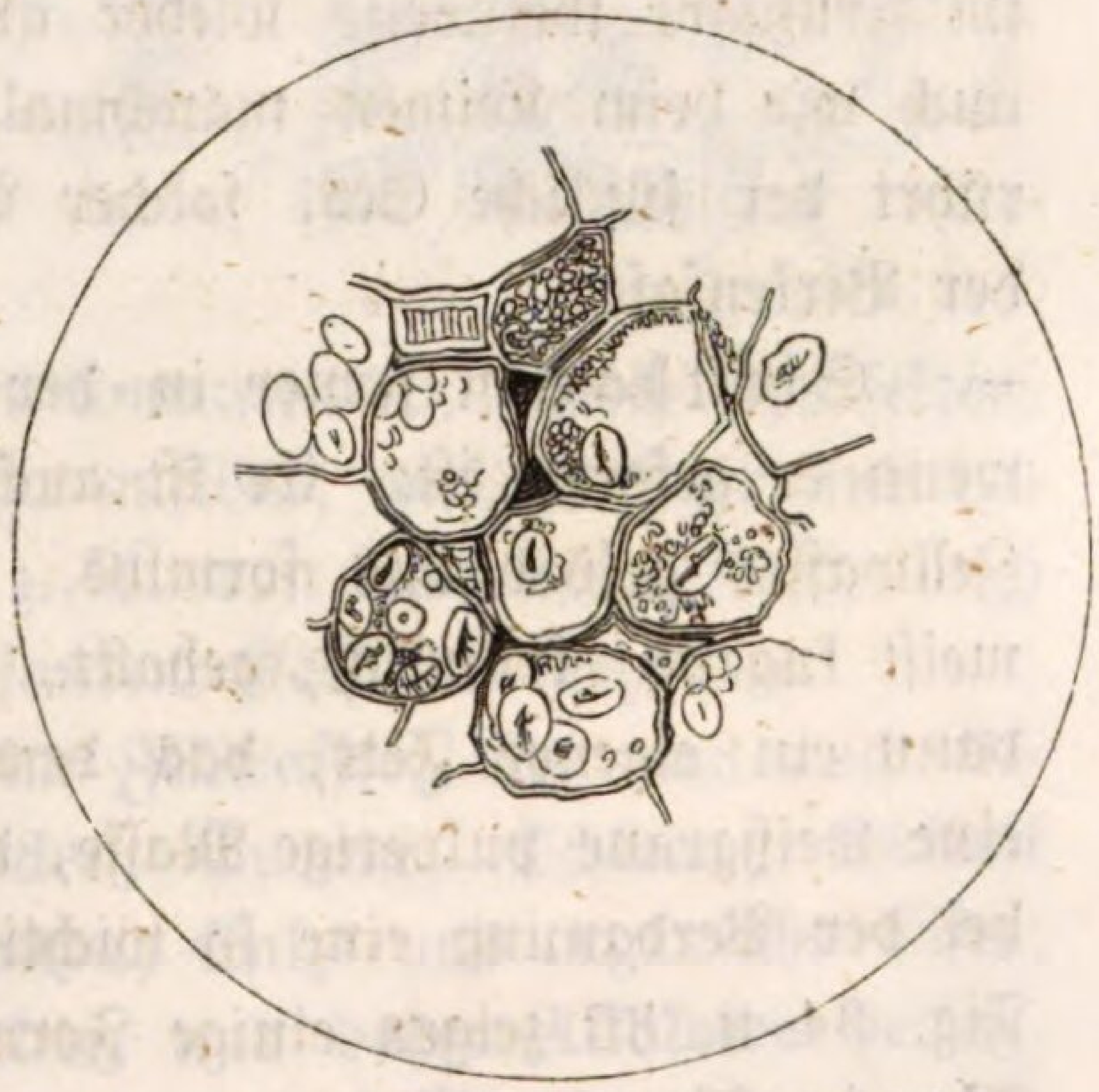


Fig. 28. Stärkmehlkörner im Weizen, a die Klebersubstanz besonders reichlich.
Fig. 29. Bei den Saubohnen.

Fig. 30.

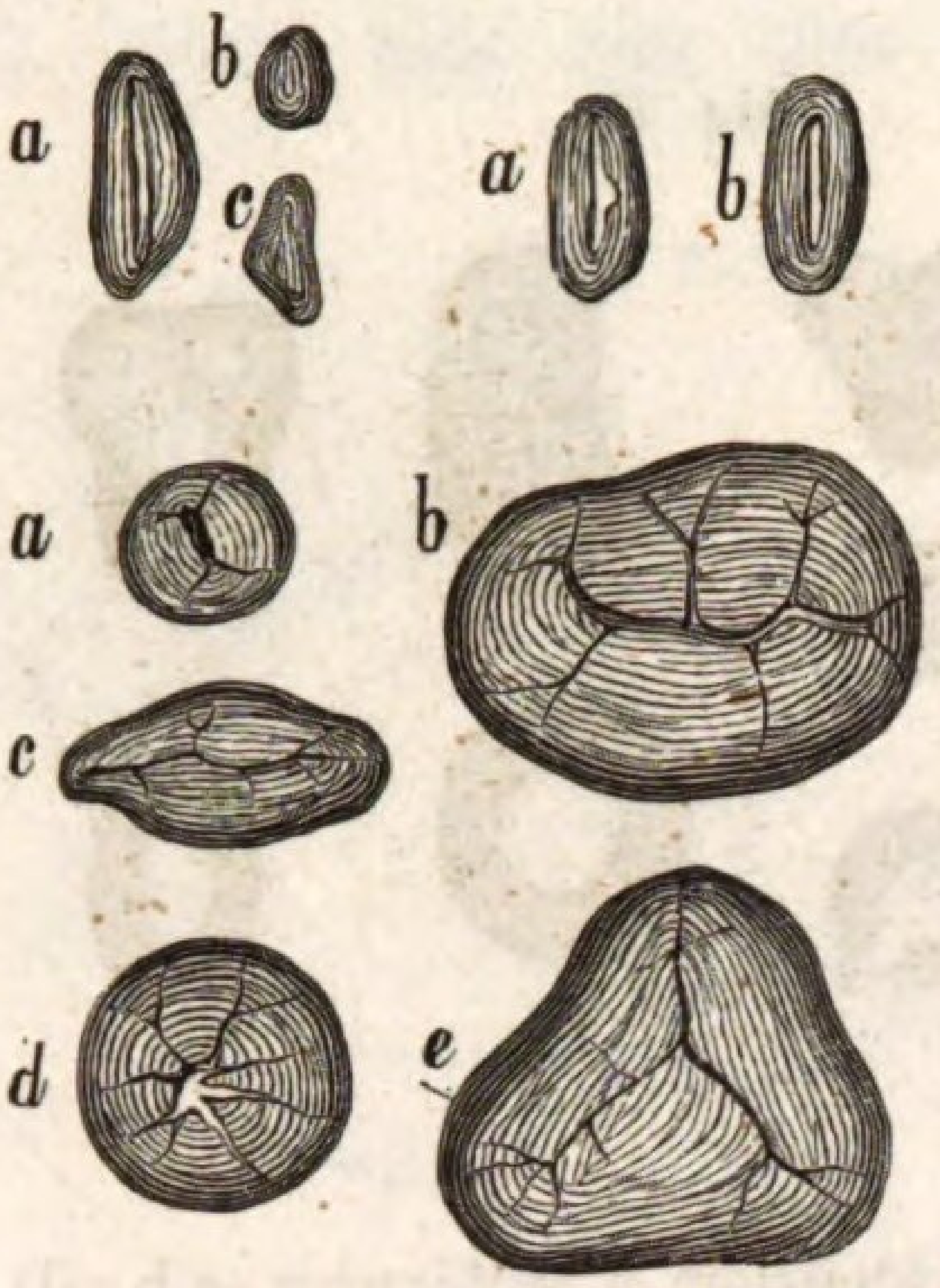


Fig 31

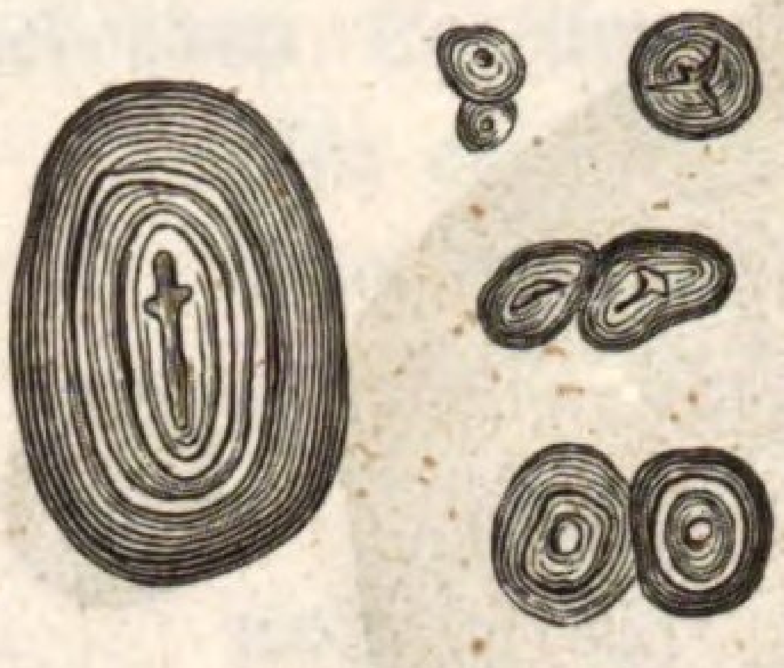


Fig: 32.



Fig. 33.



Fig. 30. Aus den Samenlappen der gemeinen Gartenbohne.
Fig. 31. Aus den Samenlappen der Linse.
Fig. 32. Stärkekörner aus der Gerste (419).
Fig. 33. " " dem Haber.

Vom Stärkmehl zum Zellstoff gibt es mehrere Uebergänge und auch mehrere Sorten von Stärkmehl. Es lagern sich nämlich krustenartige Stoffe innerhalb der Zellwand ab, welche sich dem Stärkmehl und dem Zellstoff ähnlich verhalten, aber keines von beiden sind. Sie sind besonders in holzartigen Gewächsen häufig, werden im Herbst besonders stark abgelagert und vom aufsteigenden Safte im Frühjahr theilweise wieder aufgelöst. Sie werden dann wohl auch wie beim Keimen manchmal in Zucker verwandelt und daher rührt der süßliche Saft solcher Pflanzen im Frühling, wie z. B. der Birkensaft.

Sichtbar ist ferner in der Zelle der Grünstoff, doch nur wenn er geformt ist. Er ist auch manchmal wie ein Farbstoff im Zellwasser gelöst und formlos. Seine Form ist sehr verschieden, meist kugelig, krümlich, geballt. Er enthält den grünen Farbstoff, dann ein eigenes Fett, das dem Harz nahe kommt, und zuletzt eine weißgraue pulverige Masse, die dem Stärkmehl ähnlich ist und bei der Verdauung eine so wichtige Rolle, wie dieses spielt. Die Fig. 34 u. 35 zeigen einige Formen desselben, und zwar bei einer Alge in Fig. 34 (Spirogyra) und beim stumpfblätterigen Ampfer in Fig. 35 (Rumex obtusifolius).

Fig. 34.

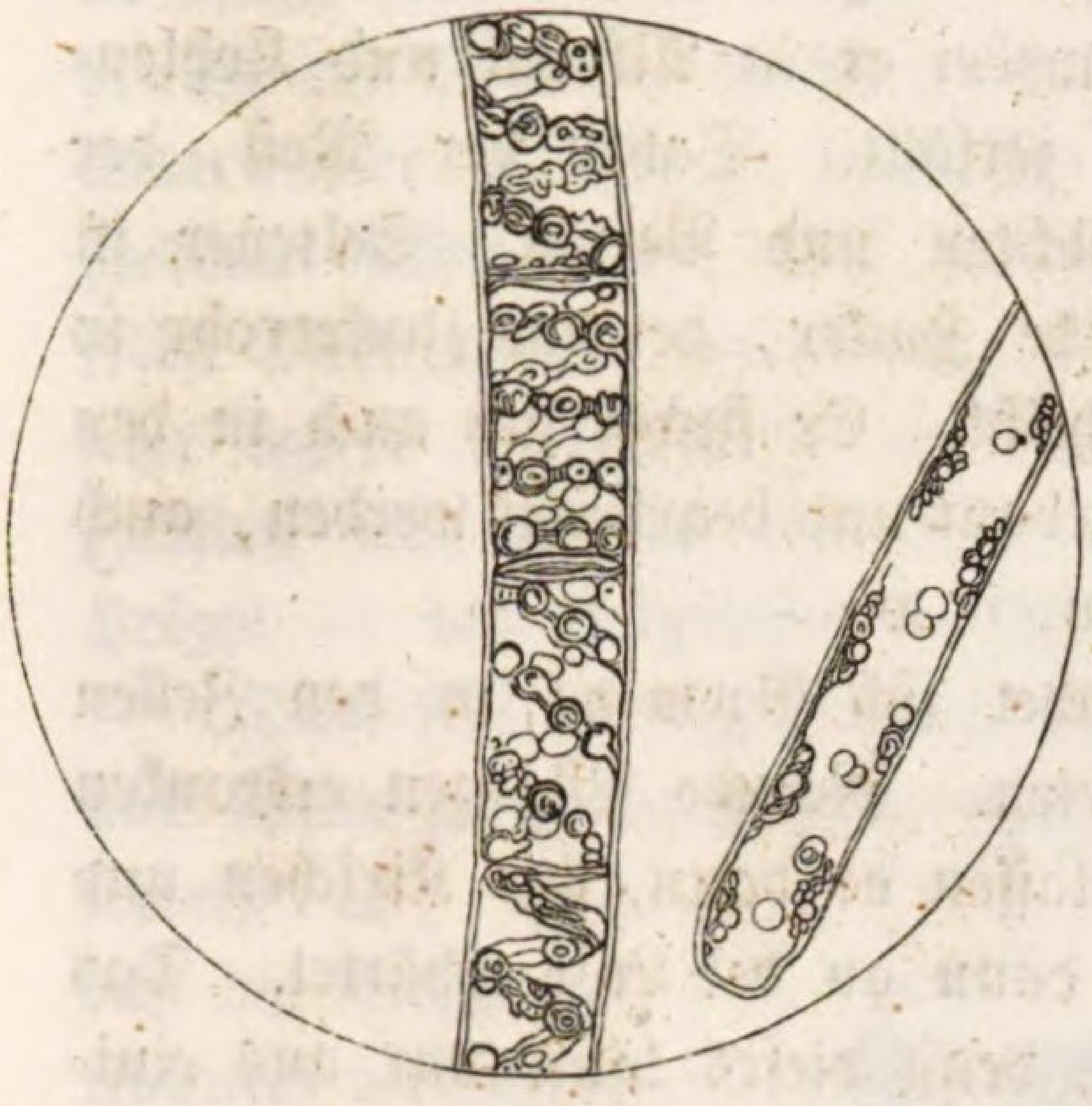
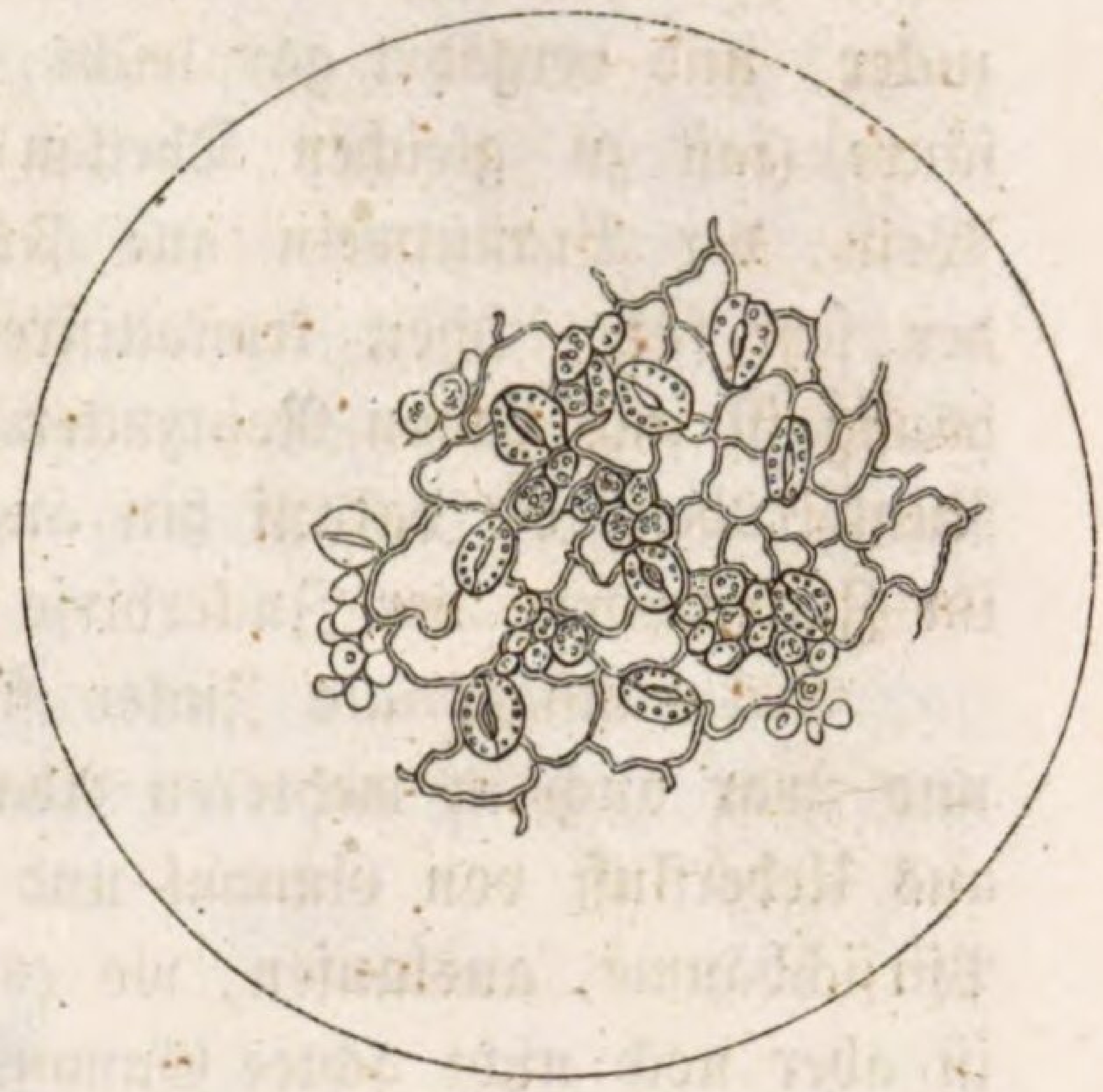
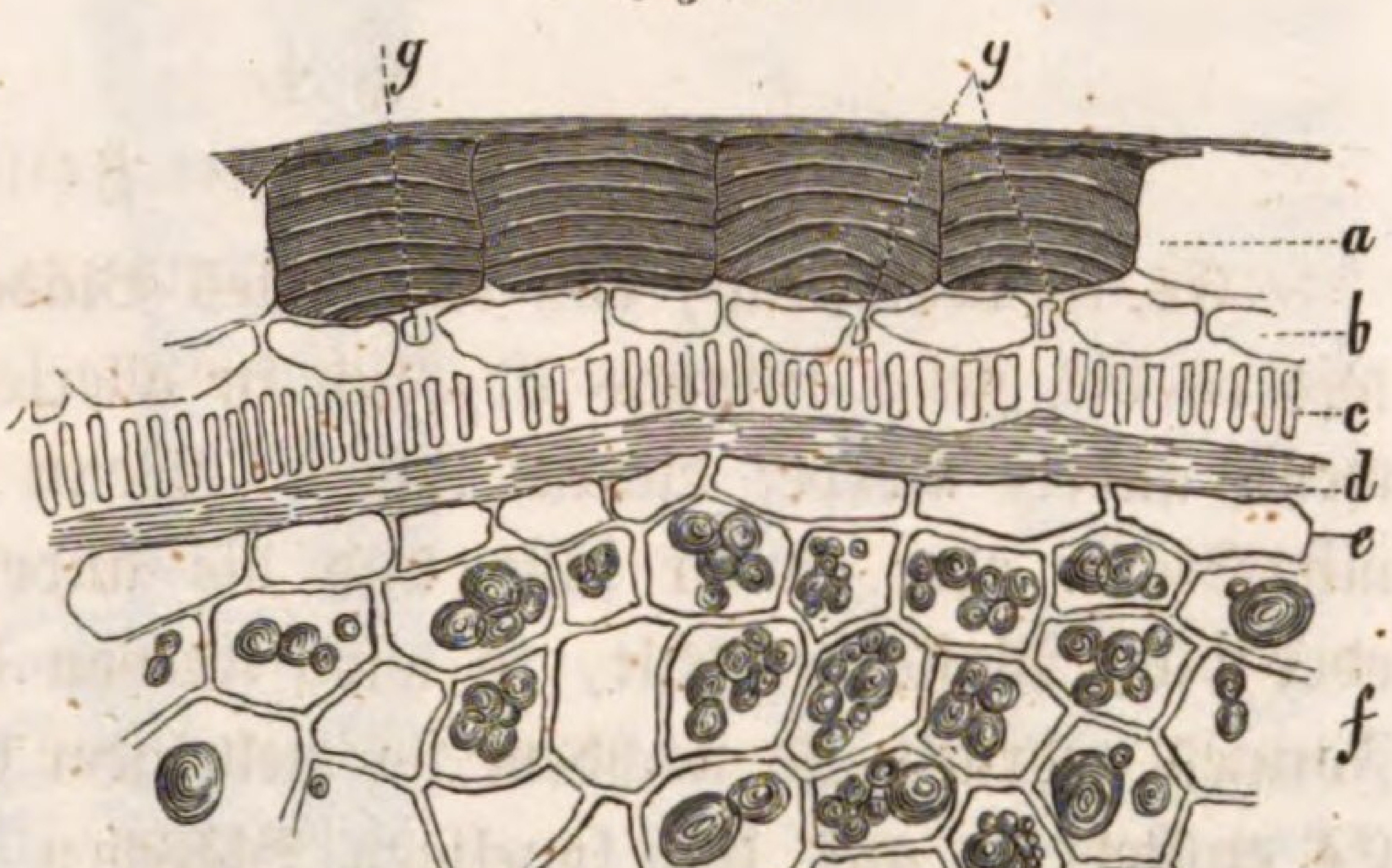


Fig. 35.



Nicht selten sind in den Zellen auch Oeltröpfchen sichtbar, weil solche sich nicht im Wasser auflösen. Dieß zeigt ein Querschnitt aus dem Leinsamen (nach Nägeli) in Fig. 36.

Fig. 36.



a Oberhaut mit von Schleimschichten angefüllten Zellen. b leere linsenförmige Zellen. c dritte Schichte von (bandförmigen) Zellen. d vierte einfache Zellschichte. e fünfte Schichte braungefärbter Zellen. f Eiweißzellen mit Oeltröpfchen. g Zwischenzellenräume.

Auch Krystalle von Zucker kommen vor, jedoch sehr selten, weil das Zellwasser den Zucker ja auflöst; viel häufiger sind dagegen Krystalle von Salzen, wie z. B. von kleesaurem Kalk, auch kohlensaurem, äpfelsaurem, weinsaurem Kalk und Gyps 2c.

Unsichtbar, d. h. gelöst im Zellwasser, das man auch Vegetationswasser nennt, sind Zucker, Gummi, Schleim, Dicksaft (Pektin), verschiedene Pflanzensäuren, Salze und organische Gifte; die sich meist wie Alkalien verhalten und daher Alkaloide heißen. In den weitaus meisten Pflanzen findet sich etwas Zucker in den Zellen und zwar in der Regel als Trauben- oder Fruchtzucker.

Dieser Zucker krystallisirt in Warzen, nicht so schön, wie der Rohrzucker, und vergährt gar leicht, wobei er in Alkohol und Kohlensäure (fast zu gleichen Theilen) zerfällt. Daher der Most, der Wein, der Branntwein aus Früchten und Beeren. Seltener ist der sehr süße, schön krystallisirende Zucker, der im Zuckerrohr so häufig ist und davon Rohrzucker heißt. Er findet sich auch in den Runkelrüben, die darauf hin angebaut und bearbeitet werden, auch im Zuckerahorn, der Zuckerhirse u. s. w.

Viel häufiger als Zucker findet sich Gummi in den Zellen und zwar auch in mehreren Abarten. Manche Pflanzen erkranken aus Ueberfluß von Gummi und lassen es dann, wie Kirschen und Pfirsichbäume, auslaufen, wo es dann an der Luft erhärtet. Das ist aber noch nicht ächtes Gummi, denn dieses läuft nur aus einigen Gummibäumen im heißen Afrika in größerer Menge aus. Mit Gummi und Schleim bedecken sich manchmal ganze große Gesträuche, wie z. B. der große Cederwachholder und der kleine Tragantstrauch.

§. 4.

Veränderung der Zelle.

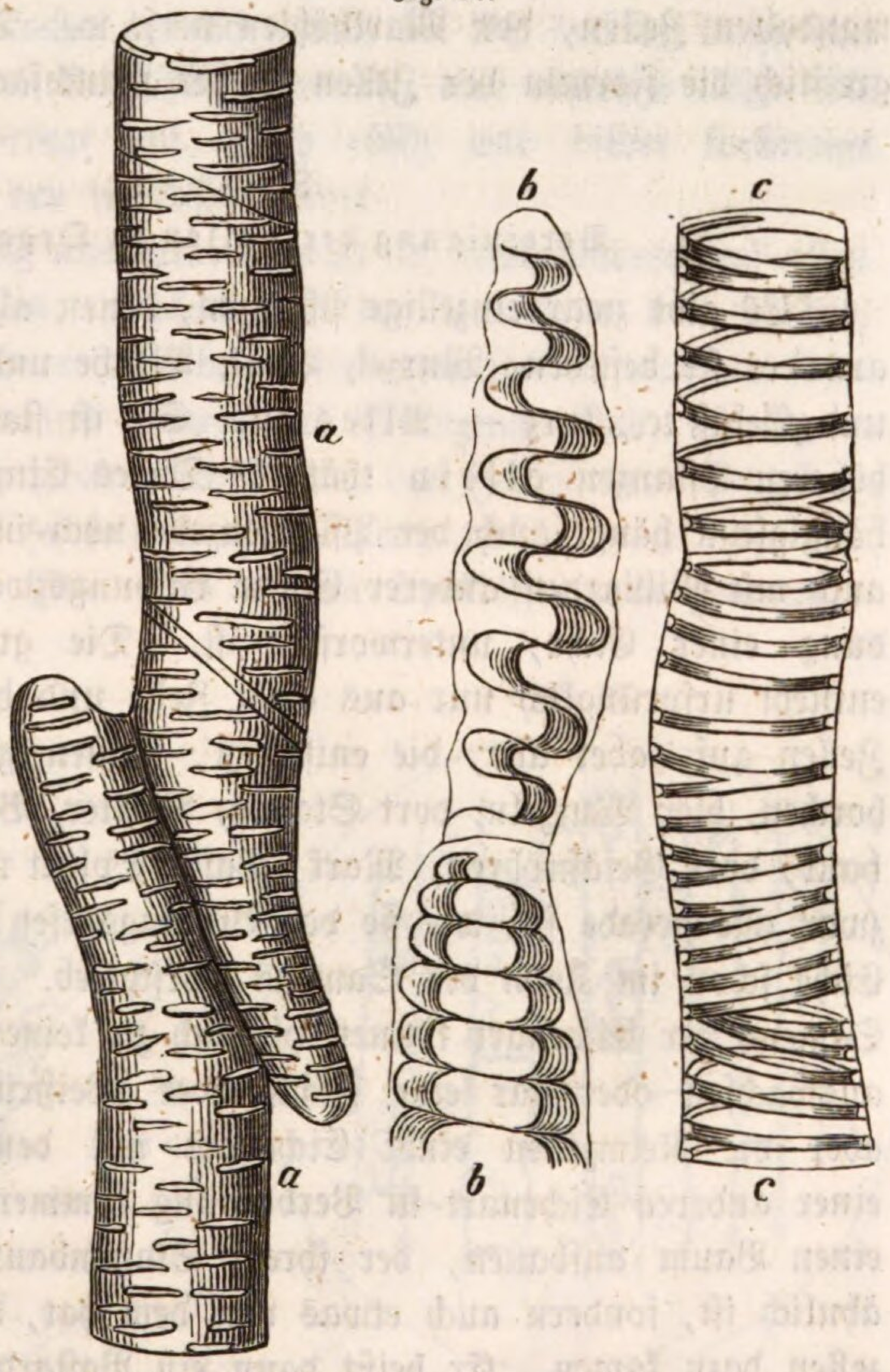
Es ist begreiflich, daß ein zartes Bläschen mit dünner Wand, wie es die Zelle anfangs ist, sich in allerlei Formen drücken läßt, wenn andere Körper darauf lasten. Wenn nun die eine Zelle sich mit Stärke oder Zucker füllt und die andere daneben leer bleibt oder bloß Wasser enthält, so wird sie von der ersteren in allerlei Formen gedrückt, je nachdem sie mehr oder weniger nachgeben kann. Es entsteht so aus den kugeligen Bläschen ein vielseitiges zumeist eines mit zwölf Flächen, welches, wenn man es durchschneidet, sechseckig, wie eine Bienenzelle, erscheint.

Es ist begreiflich, daß die Form der Zelle auch von der Richtung des Saftstromes verändert wird, weil dieser Strom sie in seiner Richtung ausdehnen, verlängern wird. Der Saft steigt aber von unten nach oben und dieß besonders stark im Frühling und zwar im Bastgewebe; deßhalb sind auch die Bastzellen in der Regel lang, wie beim Lein, dessen Bast der Flachs ist, oder beim Hanf, der Brennnessel, der Linde, welche den gemeinen Bast liefert. Ist auf einer Seite der Zelle Luft, so trocknet diese Zellwand allmählig ab und dehnt sich gar nicht mehr aus, während die feucht-

bleibende fortwächst, und so entstehen in den luftgefüllten Markhöhlen der Pflanzen oft die auffallendsten Zellenformen. Am meisten ändert aber der Inhalt selbst die Zellform. Vorerst schon wird die Zellhaut selbst dicker, weil bei beständig durchdringendem Safte sie selbst Stoffe daraus aufnimmt, sich damit gleichsam sättigt; — dann aber lagert sie Schichten ab, welche, wie schon oben gesagt, dem Zellstoff sehr ähnlich sind und die hauptsächliche Materie unseres Holzes — des Holzstoffes — bilden.

Diese Ablagerung selbst geschieht unter sehr verschiedenen Formen und selten ganz regelmäßig. So lagert sich der Holzstoff bald ringförmig ab, ohne daß die Ringe mit einander verbunden sind, bald sind sie alle wie eine Uhrfeder — zu einer Spirale — verbunden. Dann wieder sind die Ablagerungen so geordnet, daß sie Stellen zwischen sich frei lassen, die dann wie Löcher aussehen und andere mehr. Dabei verschwindet nun oft die Zellwand, welche zwei Zellen und mehrere von einander trennt, ganz, und es entsteht aus der Zelle eine Röhre, die bald mit Luft, bald mit Wasser, bald mit zuckerigen, öligen, harzigen Säften (sogenannten Milchsäften) gefüllt sind. Man nennt dann eine solche Röhre ein Gefäß. Die Figur 37 stellt diese

Fig. 37.



Umwandlung von Zellen in Spiralgefäße vor und die getrennte Verdickung selbst.

Aber der Inhalt der Zellen, nicht einmal ihre Wand selbst bleiben durch das ganze Leben der Pflanze sich gleich. Das Stärkmehl wird bei gewissen Vorgängen, wie schon erwähnt, Zucker oder Gummi, es wird wohl auch jene dickliche, gallertartige Masse, aus welcher im Frühjahre im Baste vorzugsweise die neuen Zellwände, die neuen Zellen, also auch der Zellstoff entstehen. Das Fett, das Oel, der Grünstoff u. A. verschwinden oder verändern sich, ja der Zellstoff selbst wird oft aufgelöst und umgewandelt, verschwindet, wie in dem keimenden Samen, den in Röhren umgewandelten Zellen, den Markhöhlen u. s. w. Dadurch werden begreiflich die Formen der Zellen wieder manchfach geändert.

§. 5.

Vereinigung der Zellen zu Organen.

Es gibt zwar einzellige Pflanzen, denen also die einzige Zelle, aus der sie bestehen, Wurzel, Blatt, Blüthe und Frucht, Oberhaut und Gefäß rc., kurz — Alles ist. Sie ist statt aller Organe der höheren Pflanzen allein thätig! Dieses Einzelleben und Unabhängigseyn hängt auch der Pflanzenzelle noch immer an, wenn sie auch mit Milliarden anderer Einem Bildungszwecke, z. B. der Bildung einer Eiche, unterworfen ist. Die große Eiche nämlich entsteht ursprünglich nur aus einer Zelle und baut sich aus lauter Zellen auf, aber alle, die entstehen, müssen gewissen Zwecken gehorchen, hier Wurzeln, dort Stamm, Blätter, Blüthen, — da Oberhaut, dort Gefäßröhren, Mark, Bast, Splint u. s. w. bilden, und zwar alle gerade so, wie sie das Bildungsgesetz für eine gewisse Art Eiche schon im Keim des Samens vorschrieb. Die Zellen dieses Samens der Eichenart können plötzlich zu keiner anderen Eichenart auswachsen oder gar eine Fichte oder Weißrübe werden. Wenn aber die Keimzellen einer Eichenart mit den Blüthenstaubzellen einer anderen Eichenart in Verbindung kommen, dann können sie einen Baum aufbauen, der ihrem Stammbaum nicht mehr ganz ähnlich ist, sondern auch etwas von dem hat, dessen Blüthenstaubzellen dazu kamen. Er heißt dann ein Bastard.

Die Zellen vereinigen sich nur so, daß sie ein Gewebe bilden, Zellgewebe genannt, oder daß sie ganz mit einander verschmelzen

und Röhren bilden, Gefäße genannt. Das Zellgewebe ist sehr verschiedener Art, wie man leicht finden kann, wenn man Pflanzen durchschneidet, und die sehr feinen Schnittchen unterm Mikroskop untersucht. Gleich die äußerste Schichte des Pflanzengewebes, die Rinde und das darunter liegende junge Holz, sind von größter Wichtigkeit, weil ja die Pflanze von der Außenwelt leben muß, ohne daß sie den Ort verändern kann, und zwar aus dem Boden wie nicht minder aus der Luft. Die Rinde besteht aus Oberhaut, Saftschichte und Bast. Die Oberhaut besteht aus etwas vertrockneten Zellen an der Außenfläche, die auch etwas verdickt ist, oft blau bereift aussieht, wie bei den Zwetschgen, dem Kohl rc., was von wachsartigen Körnchen herrührt, und die sich farblos leicht von der darunter liegenden Saftschichte trennen und abziehen läßt. Sie verdickt sich oft, springt auf, wird rissig und bildet korkartige Schichten, wie auch den wirklichen Kork.

Ist sie noch jung und zart, so zeigt sie, insbesondere auf allen grünen Pflanzentheilen, zunächst auf der Unterseite der Blätter, eigene Spalten, welche mit halbmondförmigen Zellen umgeben sind. Diese Spalten führen ins Innere des Pflanzengewebes, in eigene kleine Höhlen, welche zwar überall auch von Zellwänden ausgekleidet sind, aber von sehr feinen und zarten, welche noch nicht wie die Oberhaut verdickt sind. Sie werden Spaltöffnungen genannt.

Fig. 38.

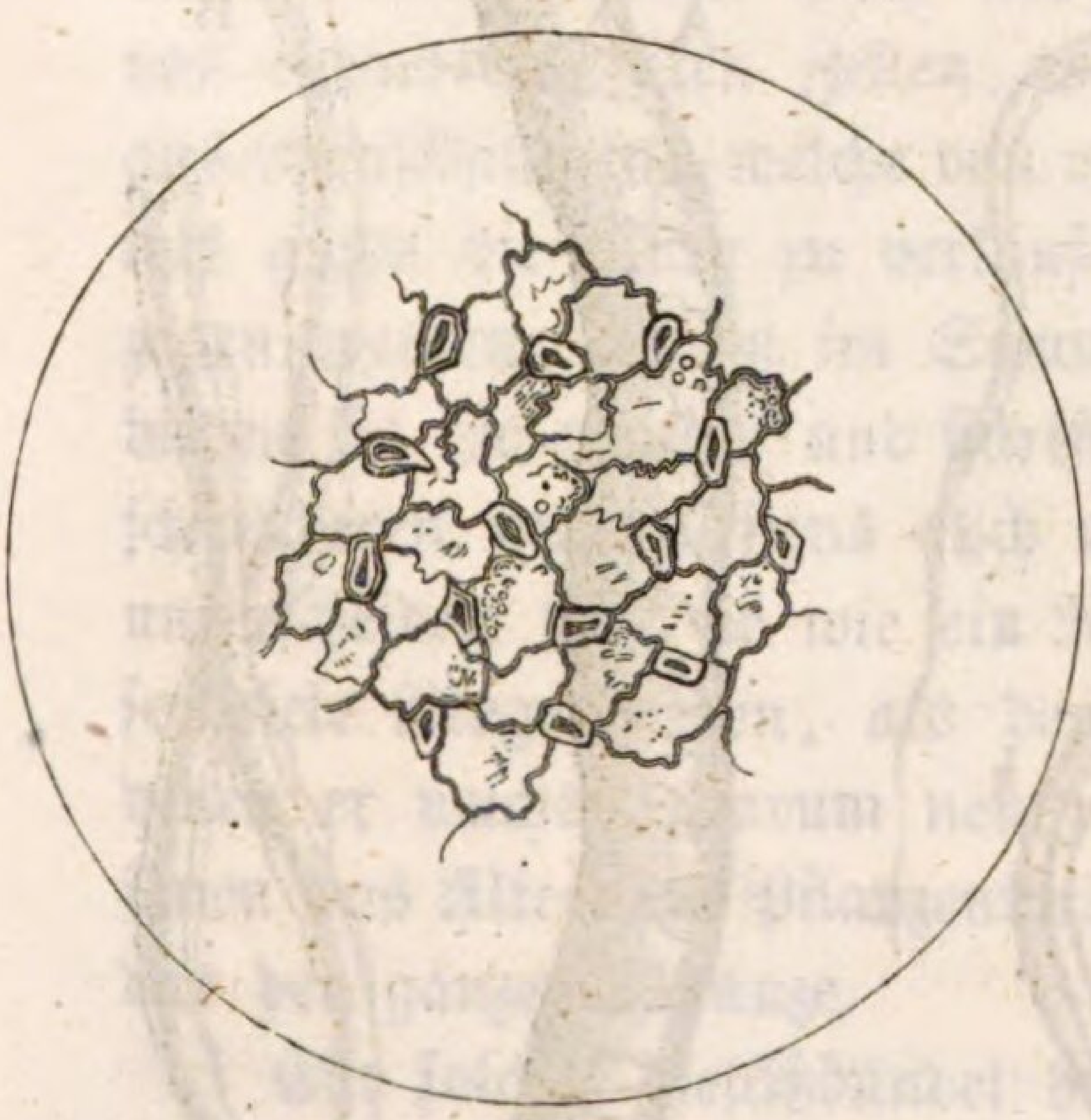


Fig. 39.

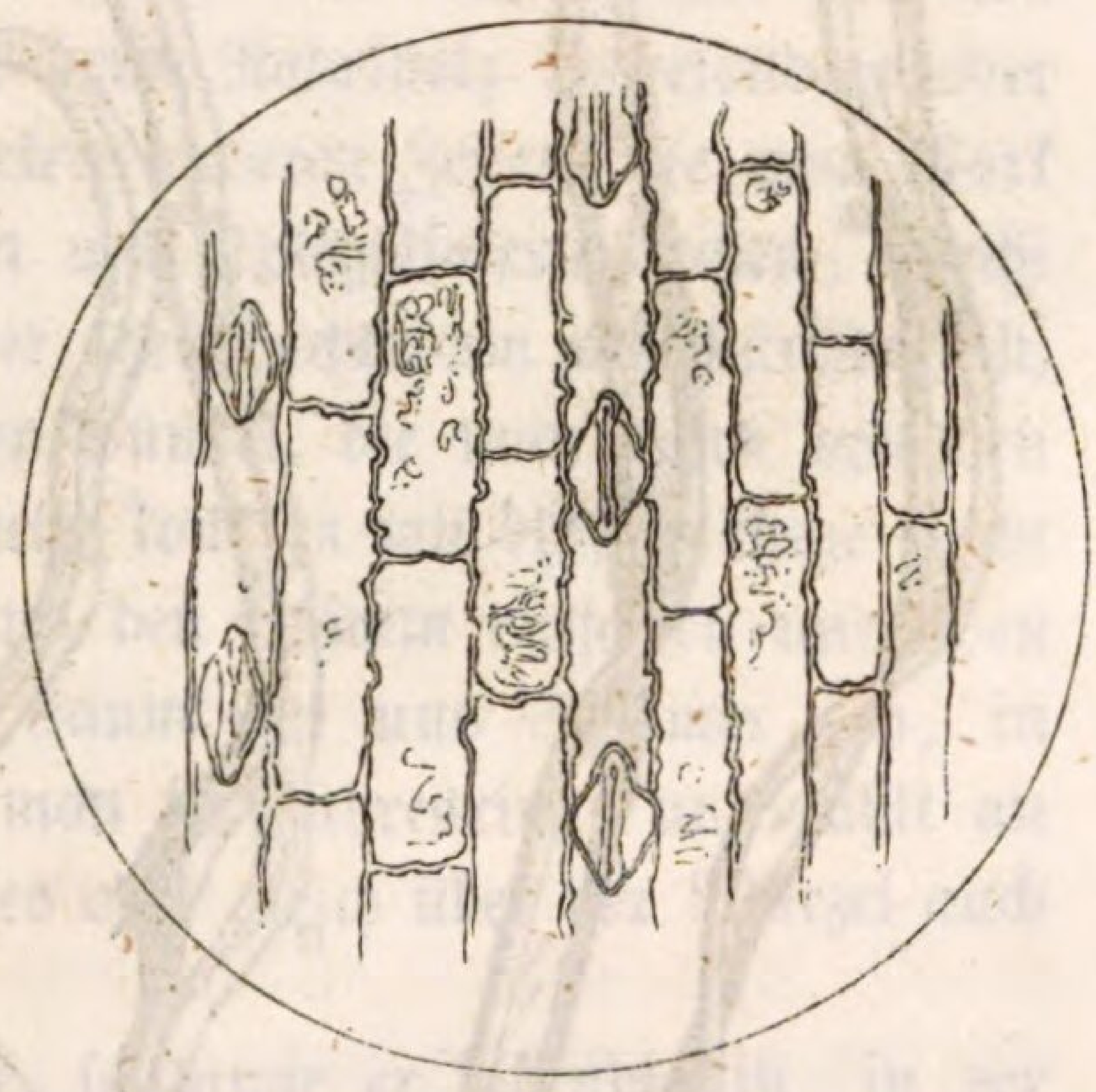


Fig. 38. Spaltöffnungen am Rothklee.
Fig. 39. Spaltöffnungen des Getreides.

Unter der Oberhaut liegt dasselbe Zellgewebe wieder, aber in der Regel saftreich und von verschiedener Gestalt der einzelnen Zellen. Man nennt dieses Füllgewebe (Parenchym). Zieht man die Rinde z. B. eines jungen einjährigen Eschenzweiges im Frühling ab, so sieht man die graue farblose Oberhaut, die sich abschaben läßt, von außen zuerst, dann gleich darunter das sammtartig schön grüne Füllgewebe, und dann den weißen Bast, der mit der Rinde zugleich weggezogen wird.

Dieser Bast besteht nicht minder aus Zellen, wie das Füllgewebe, aber sie sind hier viel länger, schlank, eng aneinander gelagert und schon mit viel mehr Stoffen ausgefüllt. Diese Bastzellen müssen eng mit einander verbunden, gleichsam verkittet, eben also „verwachsen" seyn, wenn der Bast halten soll. Man darf daher den Bast nicht so lange im Wasser faulen lassen, bis alle Zellen auseinander fallen oder gar brüchig werden; sondern nur bis das Füllgewebe darüber und das junge Holz darunter sich leicht vom Bast trennen lassen. Beim Lein verfault das erstere und das letztere bildet später die Brechagen.

Die Bastzellen sind im Haushalt und in der Landwirthschaft von größter Wichtigkeit, denn der Bast des Leins, des Hanfes, der Nessel und mancher ausländischer Gespinnstpflanzen gehört hieher.

Fig. 40.



Fig. 41.

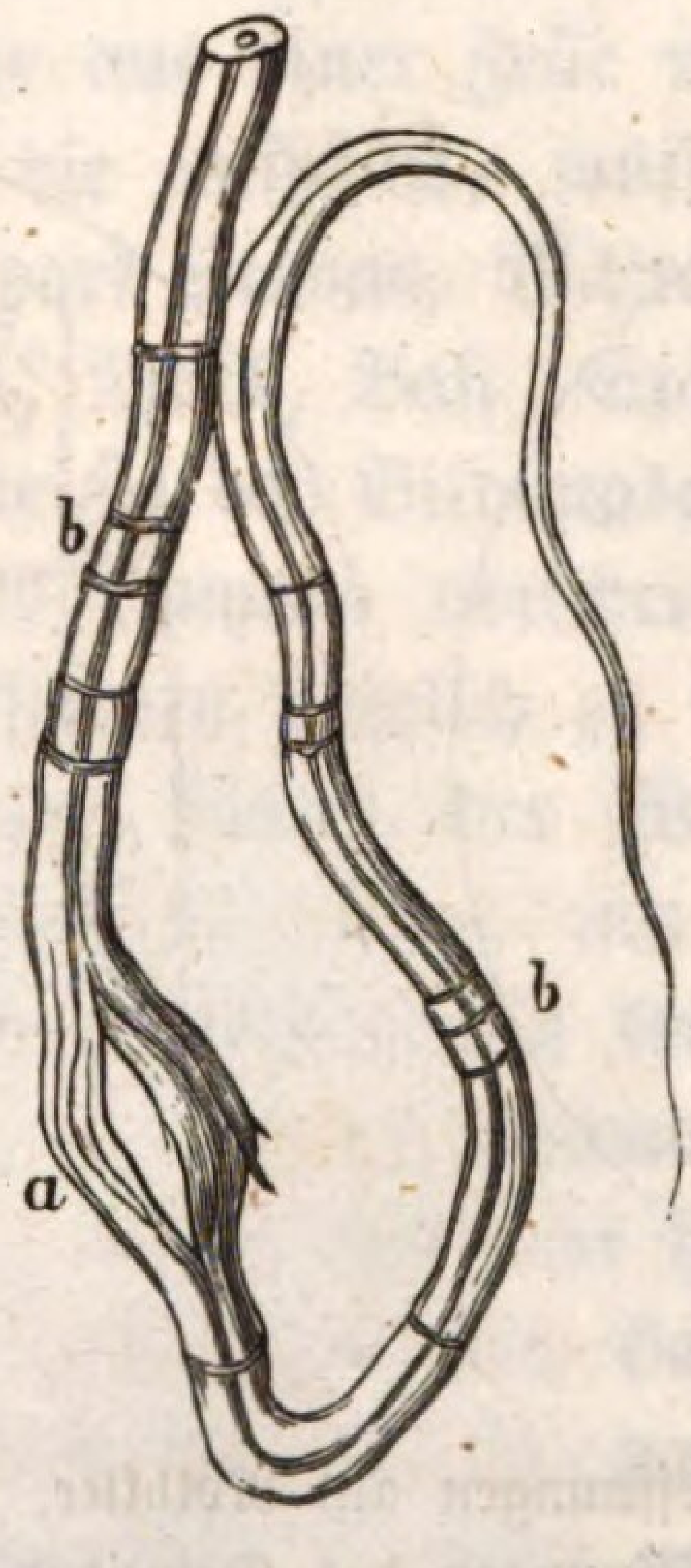
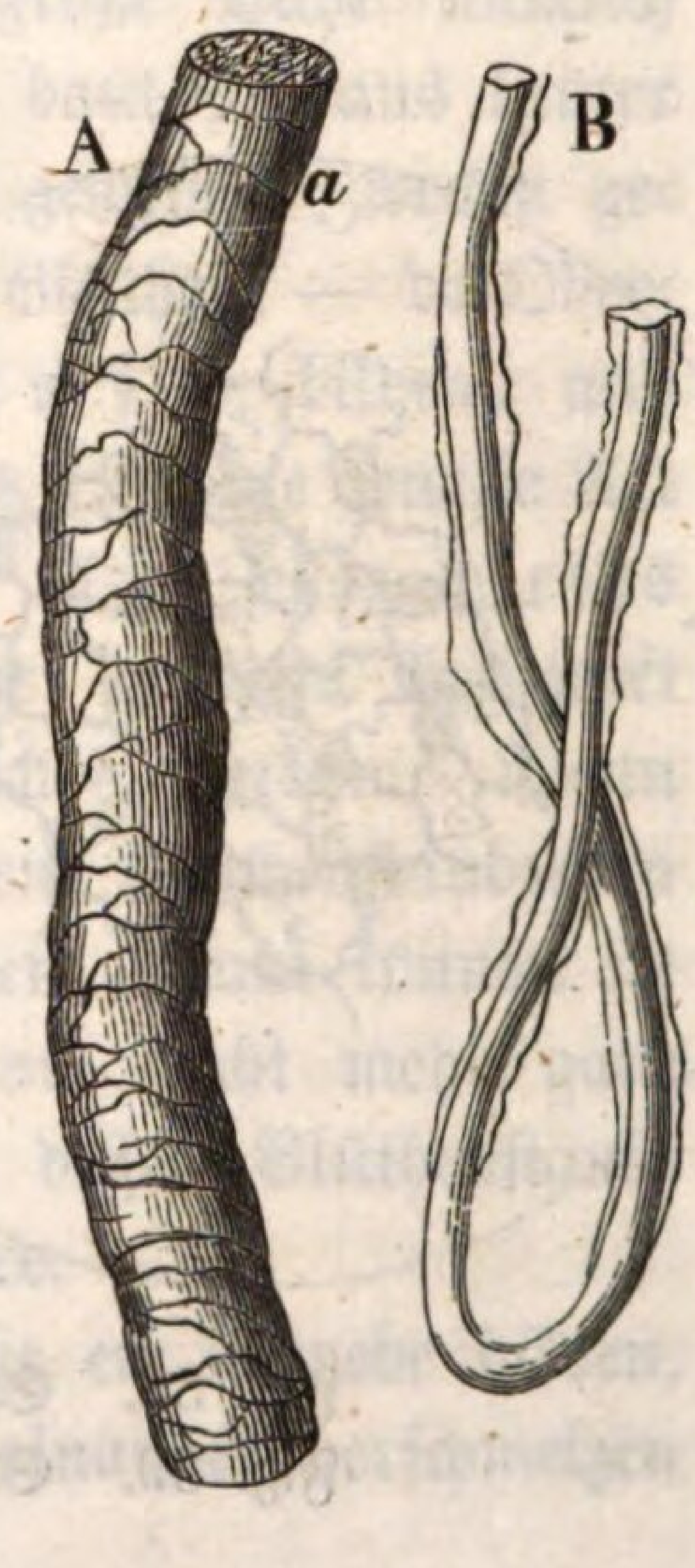


Fig. 42



Man unterscheidet mikroskopisch die Zellen, aus welchen Gespinnste bestehen, leicht, und kann dann unterscheiden, ob ein Gewebe z. B. mit Baumwolle vermischt sey oder nicht. Die Figur 40 zeigt die Zelle der Baumwolle, welche kein Bast, sondern nur Zellen der Haare sind, welche ihre Samen umgeben, dann auch ein Schafwollhaar (Fig. 42 A a), einen Seidenfaden (B) und wirkliche Bastzellen bei Fig. 41.

Als Neuseeländer Flachs kommt auch ein Gespinnst in den Handel, aber es besteht nicht aus Bastzellen allein, sondern ganzen Gefäßbündeln. Das führt uns wieder zurück auf das, was weiter auf den Bast folgt, indem ich gleich jetzt schon bemerke, daß diese Reihenfolge von außen nach innen nicht bei allen Pflanzen dieselbe ist, sondern nur bei jenen, welche beim Keimen zwei oder mehrere Samenlappen zeigen, wie eben die Esche oder Eiche, alle Holzarten bei uns. Anders ists bei jenen mit nur einem Samenlappen, wie bei den Palmen in den heißen Ländern oder den Gräsern und Lilienarten.

Auf den Bast folgt also das Holz, aber zuerst das junge, welches noch ziemlich weiß aussieht, z. B. an den Föhrenstämmen, von denen es von den Zimmerleuten, weil es eben zu weich ist und leichter fault, beim Bauholz weggehauen wird. Im Frühjahr beim Saftsteigen ist diese Schichte jungen Holzes noch ganz weich, sehr saftig und voll von jungen Zellen, die hier in der Regel Gefäßbündel bilden. Das Holz selbst besteht nur aus solchen Bündeln von eigens verdickten Zellen, wie beim Nadelholz insbesondere oder aus Gefäßbündeln, welche von vielen anderen Zellen, die vom Mark aus gegen die Rinde zu verlaufen und Spiegelfasern heißen, durchzogen werden. Wenn im Sommer ihr Wachsthum am stärksten ist, bilden sie die meisten und stärksten Bündel, die man dann von den schwächeren und meistens auch mehr lockeren mit bloßem Auge leicht unterscheidet, weil sie wie ein Ring den Stamm einfassen und eben so viele Ringe bilden, als der Baum bei uns Sommer sah, in denen er wuchs. Darum nennt man sie Jahresringe und zählt an ihnen das Alter des Pflanzentheiles oder gleich über der Wurzel auch das der ganzen Pflanze.

Ein solcher Gefäßbündel hat, so lange er lebendig ist, in der Regel mehrere Formen von Zellen, nämlich langgestreckte Bastzellen, dann eigentliche Röhren oder Gefäße mit verschiedener Ausfüllung

und Verdickung, darnach man denn wieder Spiralgefäße, Ringgefäße, getüpfelte Gefäße, luftführende Gefäße oder solche, die eigene Säfte führen (z. B. Milchsäfte, Harz, Oel, Gifte u. s. w.) unterscheidet.

Bei den Nadelhölzern sind eigentlich nur Zellen zu Bündeln vereinigt, die überdieß eigens getüpfelt sind, so daß man das Holz derselben von anderem unterm Mikroskop leicht unterscheiden kann.

Bei den einsamlappigen Pflanzen liegen die Gefäßbündel nicht hart neben einander und beisammen, sondern zerstreut durch das große Mark des Stengels und vereinzelt. Bei den Gräsern mit hohlem Stengel oder Halm und Rohr liegen sie ziemlich eng als langgestreckte Zellen außen herum, wenn aber der Stengel mit Mark erfüllt ist, wie der Maisstengel, auch zerstreut in diesem Marke. So bei den größten der Bäume, den Palmen, bei vielen lilienartigen Pflanzen und anderen, wo Gefäße und Mark auch im höheren Alter öfters wieder verschwinden.

Diese einsamlappigen Pflanzen wachsen nicht durch Zulage von neuen Gefäßbündeln rings herum in Form von Jahresringen, wie die zweisamlappigen, sondern vorzugsweise nur an den Enden. Der Grashalm wird immer länger obgleich nicht dicker mit dem Alter, die Palme ist oben und unten gleich dick, der Zwiebelstengel ists gleichfalls. Sie heißen auch Umsprosser, während die zweisamlappigen, die rings herum und am Ende zugleich wachsen, Endumsprosser heißen. Diese haben dann einen kegelförmigen Stamm, der unten dicker als oben ist. Er hat aber unten auch mehr Jahresringe, wie alle unsere Waldbäume.

B. Die Pflanzennahrung.

a) Erdnahrung.

§. 1.

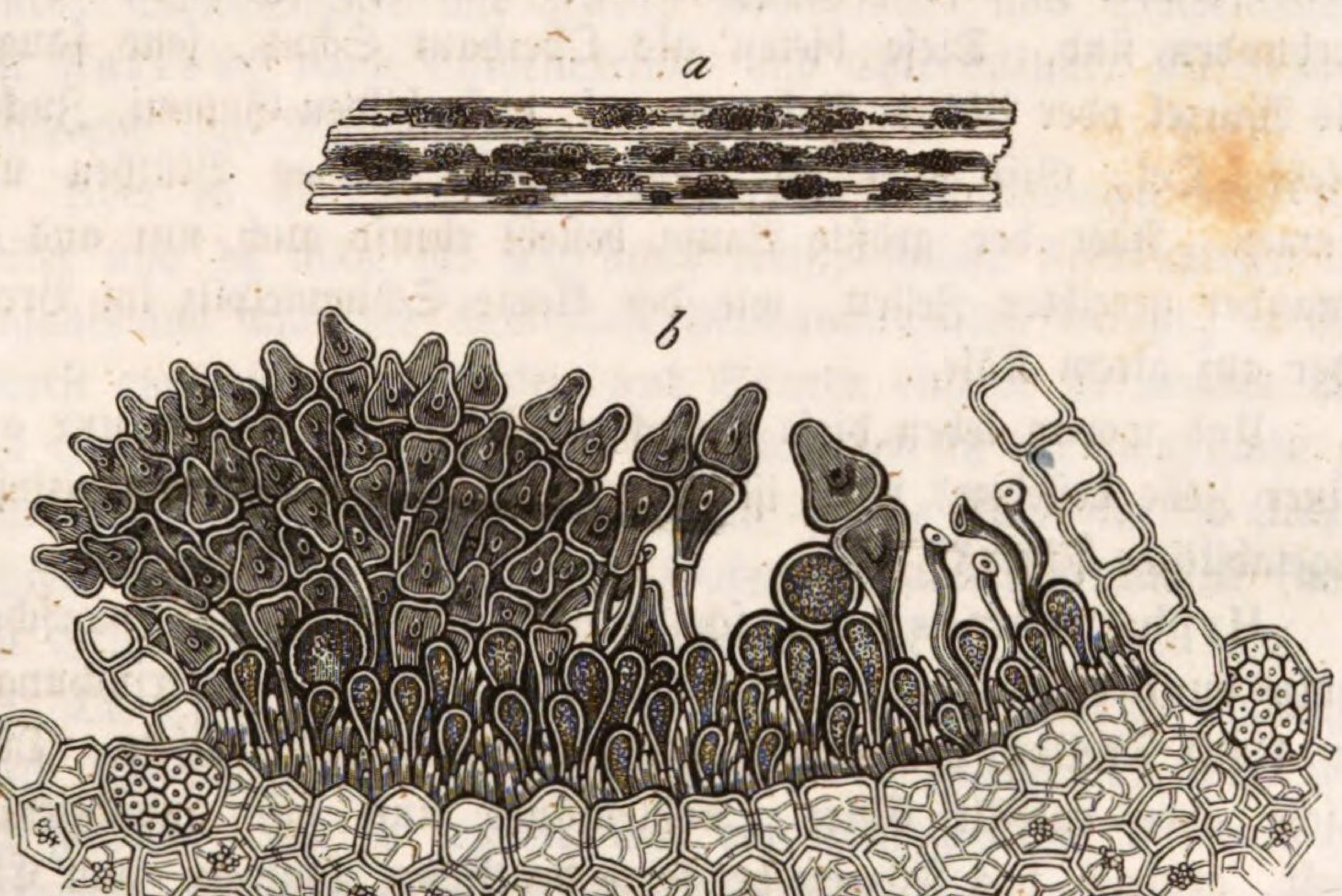
Mineralstoffe.

Auch das reinste Wasser, steht es mit der Luft nur zeitweise verbunden, trübt sich nach einiger Zeit und läßt einen grünen Anflug an der dem Lichte zugekehrten Seite entstehen, derselbe Anflug

entsteht sehr oft auf verwesenden Pflanzentheilen, an allen Orten, die immer feucht sind, am unteren Ende der Baumstämme, an den Fenstern von Kellern, Gewölben, Stallungen, dieser Anflug besteht aus Kugeln, die grüne Kerne haben und die man Zellen nennt. Sie gehören zu den einzelligen Pflanzen und spielen für die Verwesung des Zellstoffes eine ähnliche Rolle, wie die Hefenpilze für zuckerhaltige Flüssigkeiten, wie der Milchpilz (Rahmalge) für die Milchgährung.

Sie begleiten diese Zersetzungen, fördern sie selbst, aber verursachen sie nicht. Auf der Oberhaut der Getreidehalme, auf den Blüthentheilen derselben, auf der Oberhaut unzähliger Rinden- und Blatttheile von den mannigfaltigen Pflanzen bilden sich Haufen von roth, schwarz oder braun gefärbten Kügelchen. Sie heißen Staubpilze, bestehen oft nur aus Einer Kugel oder Zelle mit Unterlage und bilden auch unter anderm den Rost und Brand unseres Getreides, der unterm Mikroskop wie in Fig. 43 b aussieht.

Fig. 43.



Ueber die eben vom Schnee befreiten Saaten zieht sich im Frühlinge ein spinngewebartiges, schimmerndes Geflechte vor unendlich vielen verderblichen Fäden eines Schimmelpilzes, die lanosa der Botaniker, in den destillirten und wohlriechenden Wassern der

Apotheke wie in den salzigen und giftigen Lösungen derselben, in der Dinte wie im Essig wachsen schlanke Fäden, zellige Massen, Pflanzenformen mit nur einzelnen oder wenigen Zellen. Kerne in ihnen bilden die Brut, aus ihnen entstehen neue Zellen. Zellenfaden dringen selbst in andere Zellengebilde höherer Ordnung ein, durchbohren Zellenwände bald mit, bald ohne Folge der Zerstörung. In abgestorbenen oder kranken Pflanzengebilden wuchern solche Zellenfäden, die selbstständige Pflanzen sind, am leichtesten und man hat sie daher oft als die Ursache von Pflanzenkrankheiten angesehen, was sie auch oft sind (Traubenkrankheit), oft auch nicht (Kartoffelkrankheit), aber immer stehen sie nahe mit den Ursachen solcher Erscheinungen in Verbindung.

Es gibt also sehr zahlreiche Pflanzenfamilien, deren Glieder nur aus einer Zelle bestehen, die sogar oft in Familie sich bewegen können (Oscillatorien), es gibt zahlreiche Familien und Pflanzen, die nur aus einfach an einander gereihten Zellen bestehen und endlich gibt es die meisten, die aus Zellengruppen bestehen, welche wieder zu besonderen Zwecken in Einer Pflanze vertheilt und verbunden sind. Diese bieten als Oberhaut Schutz, jene saugen als Wurzel oder Blätter Nahrung auf, diese bilden Gummi, Zucker, Mehl, Oel, Gift u. s. w., jene endlich machen Blüthen und Samen. Aber der größte Baum besteht ebenso auch nur aus an einander gereihten Zellen, wie der kleine Schimmelpilz im Brode oder auf altem Käse.

Und wovon leben diese einfachsten Pflanzen, die oft nur aus Einer Zelle bestehen? Was ist Pflanzennahrung für die primitivste, vegetabilische Form?

Hypha muralis, ein schuhbreiter Fadenpilz auf morschem Holze dunkler Keller und Gewölbe gibt nach unseren Untersuchungen in 1000 Theilen vollkommen lufttrocken 90 Theile Asche. Diese Asche aber enthält Chlor, Kohlensäure und fast ausschließlich Kalk, obgleich das Filzgewebe keine deutlichen Wurzeln zum Einsaugen zeigt.

Protococcus pluvialis, eine nur aus einfachen Zellen bestehende Pflanze, gab vollkommen lufttrocken in 1000 Gewichtstheilen 330 Gewichtstheile Asche, also den dritten Theil fast, während die Hypha kaum $^1/_{10}$ lieferte.

Woraus die Asche der höheren, vollkommen entwickelten Pflanzen

und namentlich jene der Kulturpflanzen besteht, ist aus sehr zahlreichen Analysen neuerlich bestens bekannt. Gewiß ist also, daß alle Pflanzen beim Verbrennen oder Verwesen (und auch dieses ist ein Verbrennen) Asche geben.

Diese Asche besteht, wie schon oben angedeutet, vorzüglich aus zwei Alkalien (Kali und Natron), aus zwei alkalischen Erden (Kalk und Magnesia oder Talkerde), aus zwei Metallen (Eisen und Manganoxyd); dann diesen Basen gegenüber aus vier Säuren, nämlich Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure. Diese Säuren bilden mit jenen sechs Basen Salze in den Pflanzen; noch eine Säure, die Kieselsäure, ist wohl zumeist frei in den Pflanzen abgelagert, wenn sie auch gelöst in sie eingehen muß.

Die nächste Möglichkeit spricht dafür, daß zu folgenden Salzen jene Basen und Säuren werden verbunden seyn:

Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kalk; Kohlensäure und Phosphorsäure mit Magnesia; Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kali; Kohlensäure und Schwefelsäure mit Natron; dann Chlornatrium und Chlorkalium, Kieselsäure, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Aber es ist die Möglichkeit anderer Verbindungen noch viel weiter und da man bis jetzt sicher weiß, welche Aenderungen der Organismus und die chemischen Verwandtschaften bringt, so ist's vorerst am besten, die Basen und Säuren einzeln zu nennen und das Gruppiren zu vermutheten Salzbildungen in der Hauptsache zu unterlassen, weil es möglicherweise auf falsche Wege für die Praxis führen kann, obgleich wir zu solchen Zusammenstellungen (nach den Grundsätzen der Affinität) vollkommen berechtigt sind.

Die Erdnahrung geht, befreit von der Krume, der sie anhängt, durch die organischen Zellwände gegen den Zellinhalt, und, wie wir glauben, um so leichter und am wenigsten die Pflanzen gefährdend, je dünner die Lösung ist. Wie diese vollbracht wird, was namentlich die Löslichkeit vieler Erdsalze (Phosphate, Silikate, Kalk- und Magnesiasalze 2c.) betrifft, so ist darüber oben weitläufig gehandelt worden. Wir wissen, daß insbesondere unter Beihülfe freier Kohlensäure und kohlensauren Ammoniaks, dann des Kochsalzes, des Salmiaks und des schwefelsauren Ammoniaks im Wasser die lösende Kraft des letzteren außerordentlich vermehrt wird.

Schwefelsaures Ammoniak macht nach Liebig den phosphorsauren Kalk so leicht löslich im Wasser, wie Gyps. Lösliches, kieselsaures Kali oder Natron, mit Kohlensäure zersetzt, läßt bis zu einem gewissen Grade dennoch die Kieselsäure nicht mehr ausfallen, sie bleibt gelöst, also diffussibel in der Flüssigkeit.

Wenn jährlich von einem Tagwerk 60 Pfund Mineralstoffe dem Boden durch die Ernte entzogen werden, die Entziehung vorher aber nur mittelst Lösung im Meteorwasser und Wasserdunst geschehen konnte, so waren jene 60 Pfund in 4 Millionen Pfund Wasser gelöst, also in 66,000 Pfund Wasser 1 Pfund Mineralsubstanz, weil die Pflanzen so viel Wasser in ihrer Vegetationszeit verdunstet hatten. Es kommt jedoch wohl noch in Frage, ob nicht sehr viel aus der Atmosphäre aufgenommener, an Mineralsubstanzen viel ärmerer Wasserdunst von den Blättern aufgenommen und ausgeschieden wird, so daß die Verdichtung der Bodennahrung doch eine größere ist. Wenn ein Tagwerk Landes jährlich 60 Pfund der passenden Mineralsubstanzen frei zu machen im Stande ist, so muß er, sollte man glauben, bei entsprechender Witterung und hinlänglichen Kohlen- und Stickstoffquellen ohne weitere Zugabe an Düngung jährlich die jenen Mineralsubstanzen entsprechende Ernte zu liefern im Stande seyn. Aber in Wahrheit brauchen die gebauten Pflanzen einen Ueberfluß an solcher Nahrung. Die Mineralsubstanzen, welche im Durchschnitt in den Pflanzenaschen gefunden werden, verhalten sich bei der Durchdringung verschieden, es ist noch schwerer zu sagen, wie bei der Ernährung.

In die Pflanzen geht Kali häufiger und mit Vorliebe vor dem Natron ein. Selbst die sonst am Strande wachsenden Natronpflanzen wandeln sich im Binnenlande in Kalipflanzen um. Aber auch Kali läßt sich, doch ohne gleichen Erfolg, durch Natron ersetzen. Wie dieses das vorzüglichste Alkali der Thierwelt, so ist's jenes der Pflanzenwelt. Die Rüben und Knollen werden ihres Reichthums an Alkalien wegen gerne Kalipflanzen genannt. Man nimmt mit Unrecht an, daß Alkalien und Erden auch das Gerüste der Pflanzen, d. h. wohl die Zellenkrustationen bilden helfen und deren Mehrung eine Pflanze fester, beziehungsweise stärker, den störenden Witterungseinflüssen leichter widerstehend machen könnten.

Wolff, der ein musterhaftes Kapitel über diese Aschenbestand-

theile der Pflanzen in seiner Naturwissenschaft des Ackerbaues schrieb, classificirt viele Kulturpflanzen nach dem Alkaligehalt (Kali und Natron) der Aschen, wie folgt:

	Procent.		Procent.
Getreidearten, Stroh .	20	Rüben	50
„ Körner .	30	„ Blätter . . .	40
Hülsenfrüchte, Stroh .	30	Weißkraut	50
„ Körner .	45	Beerenfrüchte . . .	65
Futtergewächse, Klee .	35	Mehlreiche Früchte . .	50 (?)
Oelfrüchte, Stroh . .	40	Kleine Samen der Laubhölzer	30
„ Körner . .	25		
Knollen	60	Kleine Samen der Nadelhölzer	20
„ Blätter . . .	25		

Die alkalischen Erden diffundiren in gewissen Verbindungen nicht minder gegen den Zellinhalt. So der Kalk, der sich insbesondere in älteren Pflanzentheilen, dem Holze, der Rinde, auch den Blättern der Bäume oft in großen Procenten ihres Aschengehaltes findet (70 Procent in der Rinde), ärmer sind daran Wurzeln und Knollen und noch ärmer die Gräser (Cerealien). Die Kieselsäure scheint hier in ihrer beliebten Verbindung mit organischer Substanz das Normale zu seyn, und wenn zum Theil die Kalkerde sie ersetzen soll, so geschieht dieß mit merklicher Verschlechterung der Pflanzen als Futterstoffe. Dieß zeigt ein Vergleich zwischen denselben Gräsern auf kalkreichem und kieselreichem Boden gewachsen. Die Magnesiasalze begleiten jene des Kalkes gewöhnlich. Eine besondere Bedeutung scheinen sie nur in den Samen, zunächst der Cerealien zu haben, da sie hier constant vorkommen (10—12 Procent) und als Mittel, den Kalk zu ersetzen.

Der Magnesia entgegengesetzt scheint sich Chlor zu verhalten, das zwar überall in den Pflanzen gefunden wird, aber nur in geringer Menge und vorzüglich in den jüngeren und saftigen Pflanzentheilen, in geringster Menge in den Samen.

Der Schwefel ist wesentlich für die Proteinstoffe der Pflanzen (Eiweiß, Legumin), obgleich er in schwefelsauren Salzen nicht minder in den Pflanzen vorkommt; diese scheinen sich den Chloralkalien ähnlich zu verhalten. Im nicht oxydirten Zustande ist er offenbar in den Samenkörnern, vorzüglich dem Senf, Rübsamen, Leindotter rc

Allylsulphür), schwächer schon in den Samen der Hülsen und am schwächsten in den Cerealien.

Eine größere Rolle spielt die Phosphorsäure, welche in allen Cerealiensamen in fast gleich großer Menge zu fast 50 Procent enthalten ist, in Hülsenfrüchten zu 40 Procent, in den Oelfrüchten zu 45 Procent; Stroh, Blätter, Wurzeln und Knollen sind ärmer daran (4—10 Procent). Eine Pflanze, die nur immer einen Samen erzeugte, brauchte keine Phosphate im Boden, da sie das nöthige Quantum in diesem immer vorräthig hätte.

Die Phosphorsäure zeigt mehr wie eine andere Verbindung eine besondere Bedeutung bezüglich der organischen, hier zunächst stickstoffhaltigen Substanz. Ohne sie ist eine Samenbildung in bisher genau beobachteten Fällen nicht möglich. Sie ist im Samen an Kali, an Magnesia, in anderen Theilen auch an Kalk gebunden und der jährliche Entgang derselben aus dem Boden mittelst der Ernten wird auf 25 Kilogramme durchschnittlich per Hektare geschätzt. Bei einer gewöhnlichen Mistdüngung, die 30 Procent Asche und darin 5 Procent Phosphorsäure enthält, wird dieser Verlust aber reichlich wieder gedeckt, von dem neuerlich nachgewiesenen Vorhandenseyn phosphorsaurer Verbindungen in fast allen Böden, wenn auch in nur geringer Menge, gar nicht zu reden. Doch ist es zur Zeit noch unmöglich, ein bestimmtes nothwendiges Verhältniß zwischen Phosphorsäure und stickstoffhaltigen Bestandtheilen festzusetzen, so gewiß ein Verhältniß auch überhaupt besteht. (Siehe Tabelle im Anhang.)

Für einige Pflanzenfamilien ist die Kieselsäure von hervorragender Bedeutung, so für die Gräser, also für Cerealien, die in ihren Halmen beim Wintergetreide z. B. 70 Procent der Asche an Kieselsäure enthalten. Die Aschenfreunde nehmen 60 Procent als durchschnittlichen Gehalt der Strohaschen an Kieselsäure an. Andere Pflanzen enthalten in allen ihren Theilen noch mehr Kieselsäure, so z. B. die Schachtelhalme, deren Asche oft 90 Procent davon enthält, so die weiche und zarte Vaucheria polymorpha, die mehr als $^2/_3$ davon in ihrer Asche bietet. Auch die rauhen Blätter des Hopfen halten 12 Procent in der Asche und die Tabaksblätter, milder anzufühlen. Die Kieselsäure scheint eine ausgebreitetere Bedeutung zu haben, als die Aschenanalytiker annehmen.

Eisenoxyd ist ein ständiger Begleiter der Pflanzenaschen, aber in nur geringer Menge. Ist's mehr, so fehlt auch sein Begleiter, das Mangan, kaum.

Die Thonerde fand man so selten, daß man sie schon aus den Mineralbestandtheilen der Pflanzen überhaupt zu streichen begann, als in mehreren Lycopodien bedeutende Mengen davon gefunden wurden.

Wir geben noch beifolgende Tabelle nach Fresenius.

Zur Lehre von der Erschöpfung des Bodens (nach Fresenius).

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium	Stickstoff haltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Weizen im	Korn	8,71	3,32	1,03	4,41	18,32	2,34	0,22	—	316,8	768,5
	Stroh	23,84	—	11,90	—	1,99	18,24	129,13	5,77	69,7	989,7
	Ganzen	32,55	3,32	12,93	4,41	20,31	20,58	129,35	5,77	386,5	1758,2
Roggen im	Korn	6,14	1,88	1,06	2,72	11,84	1,58	0,42	—	197,1	871,2
	Stroh	15,26	—	8,03	2,13	3,38	6,12	57,21	0,73	46,0	1122,4
	Ganzen	21,39	1,88	9,09	4,85	15,22	7,70	57,63	0,73	243,1	1993,6
Gerste im	Korn	13,29	4,28	2,60	6,85	30,39	2,75	24,68	0,38	315,53	1341,1
	Stroh	55,64	2,10	19,04	8,91	8,08	31,02	116,21	23,51	81,40	2385,0
	Ganzen	68,93	6,38	21,64	15,76	38,47	33,77	140,89	23,89	396,93	3726,1
Haber im	Korn	8,36	—	1,59	5,24	10,07	3,95	31,98	0,35	242,9	991,2
	Stroh	13,39	14,66	8,01	5,03	2,13	16,42	59,58	2,74	54,7	683,7
	Ganzen	21,75	14,66	9,60	10,27	12,20	20,37	91,56	3,09	297,6	1674,9
Mais im	Korn	5,80	5,80	0,48	6,37	18,74	?	0,29	—	386,0	?
	Stroh	22,51	61,56	19,77	15,53	39,94	1,64	63,10	8,00	?	?
	Ganzen	28,31	67,36	20,25	21,90	58,68	...	63,39	8,00	....	....
Hirse im	Samen	7,27	0,99	0,65	5,81	13,81	0,26	45,28	1,08	?	?
	Stroh	24,83	2,77	23,47	14,74	1,20	31,04	87,30	2,15	?	?
	Ganzen	32,10	3,76	24,12	20,55	15,01	31,30	132,58	3,23	....	....

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Buchweiz. i.	Samen	2,89	6,64	2,20	3,43	16,53	0,72	0,22	—	128,7	778,6
	Stroh	6,63	—	14,06	25,81	5,76	4.33	2,79	3,13	?	?
	Ganzen	9,52	6,64	16,26	29,24	22,29	5,05	3,01	3,13	....	...
Erbsen im	Samen	10,13	2,02	1,49	2,38	9,36	3,03	0,14	0,60	258,8	553,0
	Stroh	14,40	7,20	55,87	10,65	12,38	14,13	22,32	8,06	376,5	659,2
	Ganzen	24,53	9,22	57,36	13,03	21,74	17,16	22,46	8,66	635,3	1212,2
Linsen im	Samen	10,56	2,90	1,92	0,75	11,02	3,13	0,40	2,31	340,0	635,9
	Stroh	12.38	—	60,14	3,50	14,15	1,16	20,22	2,42	?	?
	Ganzen	22,94	2,90	62,06	4,25	25,17	4,29	20,62	4,73	.	...
Feldbohn. i.	Samen	24,27	7,44	4,20	5,81	27,44	3,14	0,82	0.94	494,2	1028,68
	Stroh	9,48	8,23	22,53	4,41	7,48	8,57	7,00	0,24	?	?
	Ganzen	33,75	15,67	26.73	10,22	34,92	11,71	7,82	1,18	...	...
Wicken im	Samen	9,29	3,00	1,45	2,58	11,57	1,25	0,61	0,60	?	?
	Stroh	46,12	—	49,82	8,25	7,13	3,11	11,25	3.47	?	?
	Ganzen	55,41	3,00	51,27	10,83	18,70	4,36	11,86	4,07	...	..
Runkelrüb.	Rüben	111,30	4,27	19,95	12,54	17,13	7,50	22,82	24,25	612,0	4446,0
	Kraut	34,12	15,88	14,10	5,07	4,20	7,50	2,58	10,62	?	?
	i. Ganz.	145,42	20,15	34,05	17,61	21,33	15,00	25,40	34,87	....	....

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
W. Rüben	Rüben	112,20	3,57	35,70	12,75	33,15	42 48	12,75	12,75	555,0	354,0
	Kraut	21,14	1,50	18,27	5,32	1,13	10,29	4,40	2,33	?	?
	i. Ganz.	133,34	5,07	53,97	18,07	34,28	52,77	17,15	15,08	. . .	. . . .
Kartoffeln	Knollen	100,44	—	6,51	17,11	27,90	13,78	11,16	10,78	524,9	3996,0
	Kraut	2,26	1,13	32,48	5,38	6,45	4.74	33,68	2 57	90.4	?
	i. Ganz.	102,70	1,13	38,99	22,49	34,35	18,52	44,84	13,35	615.3	. . . .
Reps im	Samen	19,02	1,39	11,48	9,84	36,08	24,11	0,65	0,08	?	?
	Stroh	31,51	10,31	43.93	5,73	14,32	21,96	2,86	55,39	?	?
	i. Ganz.	50,53	11,70	55,41	15,57	50,40	46,07	3,51	55,47	. . .	. . . .
Hanf, ganze Pflanze		9,72	0,56	46,98	5,67	5,67	1,38	8,91	1,62	. . .	. . . .
Flachs, „ „		24,28	11,02	24,32	14,50	17,66	13,00	82,40	12,80	. . . .	. . . .
Tabak, Blätter und Stengel		60,76	1,14	92,82	29,04	10,92	10,37	28,71	23,53	. . . .	. . . .
Rother Klee		144,00	119,23	158,40	47,80	36,28	18,36	28,80	34,56	926,0	5637
Wiesengras		64,42	0,30	53,23	21,29	16,07	18,20	93,77	12,80	401,0	3606

b) Luftnahrung.

§. 2.

Luftbestandtheile.

Wenn eine Pflanze altert, so werden in ihr allmählig die verdickten Zellen und Gefäße häufiger, ihr Gewebe straffer, weil im Verhältniß zum flüssigen Inhalt reicher an festem, schwerer oder gar nicht löslichem. Die Pflanze scheidet nur Gas und dunstförmige, auch flüssige Stoffe regelmäßig aus, niemals feste als solche in der Regel.

Die straff und hart gewordene Pflanze entfärbt sich endlich, wird gelb oder roth, dann braun und grauweiß, und stirbt. Sie verfällt den Gesetzen des Stoffwechsels des Unorganischen und nach ihrem Verwesungsprocesse oder ihrer Humusbildung bleibt Asche zurück. Auch die Pflanze wird zu Staub und Asche, sie lebt ja vorzugsweise davon.

Aber diese Asche ist viel leichter, als vordem die Pflanze war, sie ist oft nur der hundertste Theil des früheren Gesammtgewichtes. Wohin ist der Rest gekommen? Wenn dieselbe Pflanze, anstatt zu verwesen, d. h. langsam zu verbrennen, in einem festschließenden Apparate allmählig erhitzt und verbrannt wird, so wie man im allgemeinen „Verbrennen" versteht, so bleiben außer der Asche noch allerlei Produkte zwar übrig, die aber bei fortgeführter Zersetzung durch das Feuer und Sammlung der gebildeten Produkte zuletzt sich als die sogenannten vier organischen Elemente erweisen, als Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. (Außer ihnen wird in der Asche noch Phosphor und Schwefel gefunden.) Aber man erhält sie auch durch das stärkste Glühen in den besten Apparaten nicht sogleich in dieser Form, sondern den Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlensäure und anderen verwandten Gasen und Körpern, den Stickstoff mit Wasserstoff zu Ammoniak und den Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser verbunden. So auch sind die vier organischen Elemente im reinen Zustande unbrauchbar für die Pflanze als Nahrung. Und bei noch langsamerer, immerhin aber künstlich erzielter Zersetzung durch Feuer oder Wärme erhält man noch größere Reihen von Zersetzungsprodukten, und bei der natürlich vor sich gehenden nicht minder. Diese Form der Auflösung, die Humificirung, scheint auch die beste, um mit ihren Produkten Pflanzen-

nahrung selbst für neue, nachkommende, vegetabilische Organismen zu werden. Aber so vielfach die Verbindungen seyn mögen, zuletzt bleiben doch nur die vier Elemente und ihre nächsten Bildungen: Kohlensäure, Ammoniak und Wasser diejenigen, welche bei dem weitaus größten Verluste der verbrannten Pflanze an Gewicht in Beachtung kommen.

Mehr, als man lange Zeit annahm, hängt die Pflanze von der Luft ab, in welcher einige Arten (Luftarten, Gase) sich finden, die nicht bloß als allgemeine Existenzbedingungen (wie der Sauerstoff z. B. zum Athmen), sondern auch als Nahrungsmittel im engeren Sinne dienen.

Das Thier lebt nicht von der Luft, oder von einer Art derselben, obgleich der Sauerstoff in Bildungen eingeht, die zuletzt materielle Substratmehrung geben. Die Hülfe desselben zur Substratminderung ist noch viel größer. Das Thier lebt von Pflanzen oder von Thieren, und die Erdefresser sind nur Ausnahmen, wenn überhaupt nicht bloß Diatomeenfresser.

Die Pflanze aber kann von einigen Luftarten so sehr leben, daß bei einigen Luftwurzlern die ihnen nöthigen Mineralbestandtheile durch den Wasserdunst der Luft gereicht werden können und verschwindend erscheinen. Aber der Wasserdunst der Luft ist ziemlich wohl mit Mineralstoffen versehen und der Thau enthält auch bis zu 20 Milligramm Ammoniak in 1 Liter.

Nicht aber der Stickstoff und nicht der Sauerstoff selbst können, wie schon gesagt, als Pflanzennahrung gelten, wohl aber die Kohlensäure der Atmosphäre und das Ammoniak, wie die Nitrate, wohl auch Schwefelwasserstoffgas, auch mittelbar Kohlenwasserstoffgas. Den Gasen schließt sich der in der Atmosphäre zu 1 Procent Volumen nach immer vorhandene Wasserdunst in einer uns noch unbekannten Wirkungsweise an.

Die atmosphärische Luft, ein Gemenge von Gasarten und Wasserdunst, ist überall gleich zusammengesetzt. Sie ist rascher sich auszugleichen im Stande, als etwa der Ocean, dessen Zusammensetzung der Quantität seiner Stoffe nach viel mehr variirt. Die Hauptgemengtheile dieses die Erde an 6—7 Meilen hoch umfluthenden Luftmeeres sind Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Ersteres macht z. B. den Branntwein (vielmehr den Alkohol darin) bei gehöriger Wärme und Fermentzugabe zum Essig, auch andere Körper macht

es durch seinen Zutritt oft sauer, daher Sauerstoff, er verbindet sich unter Feuer und Flamme mit anderen, er ist selbst die hauptsächlichste Ursache des Verbrennens, daher Feuerluft; er dient zum Athmen von Thieren immer und von Pflanzen in der Nacht (die Kohlensäure anstatt seiner am Tage athmen), daher Lebensluft, und endlich zerstört er alle organischen und unorganischen Körper unablässig, indem er die letzteren verwittert, die ersteren langsam oder schneller verbrennt, er wird daher am besten Zehrluft, Zehrstörer und Verzehrer genannt. Aber er behält ja nichts für sich, so wenig als das verzehrende Geschöpf auch, er bildet nur Neues und Anderes, er leitet die ewige Stoffmetamorphose besser und großartiger ein, als die meisten übrigen Stoffe, namentlich als sein so träger Genosse, der Stickstoff, der dafür auch der Erhalter genannt wurde, so gefährlich sein Name auch klingt.

Aber das Geschöpf will fortschreiten und seine Metamorphose durchmachen, es will lieber verbrennen und zu Grunde gehen als erhalten seyn und ersticken, es muß dieß eben.

Durch Athmen, Verbrennen, Faulen, Modern, Gährung und Verwitterung wird immer viel Sauerstoff auf der ganzen Erde gebunden, es wird zumeist Kohlensäure daraus. Aber wir sagten schon, daß die Pflanzen auch Kohlensäure athmen könnten und dabei den gebundenen Sauerstoff (ozonisirt?) wieder befreiten, zu ihrem Vortheil, da sie den Kohlenstoff, die so gewaltig im Pflanzenreich vorherrschende Kohle, die aus der Pflanzenzelle und ihrem Inhalt aus Holz entsteht, für sich behalten. Sie thun das Gegentheil von den Thieren, welche den Sauerstoff einathmen und einen guten Theil für sich behalten, um damit Kohlenstoffe zu verbrennen und als Kohlensäure wieder abzugeben.

Diese geben also Kohlensäure gegen den Sauerstoff zurück, jene geben Sauerstoff gegen Kohlensäure zurück.

In 100 Gemengtheilen atmosphärischer Luft sind dem Maße nach 21 Maße Sauerstoffgas und 79 Maße Stickstoffgas.

Dem Gewichte nach aber sind es 23 Gewichtstheile Sauerstoffgas und 77 Gewichtstheile Stickstoffgas, kleinere Beigaben ungerechnet. Aber das so wichtige Kohlensäuregas? davon hat man erst in 10,000 Maßtheilen Luft schwankend zwischen 5,74 und 3,15 Maße gefunden, im Mittel also 4,15 Raumtheile oder 6,4 Gewichtstheile, so also, daß in 10,000 Gewichtstheilen athmosphärischer Luft sich befinden:

2300,0	Sauerstoff (siehe oben),
7693,6	Stickstoff,
6,4	Kohlensäure.
10000,0	

Wenn man die ganze die Erde umgebende Luftschichte im Gewicht berechnet, so ergibt sich eine Summe von 5,163,653,000,000,000,000 (Billionen) Kilogramme. Darin wären nun

1210,663	Billionen Kilogramme	Sauerstoff,
3949,620	„ „	Stickstoff,
3,370	„ „	Kohlensäure,
5,163,653		

wenn man Unerhebliches ausgleicht.

§. 3.

Die Kohlensäure.

Diese Summe von Kohlensäure (3370 Billionen Kilogramme oder etwa doppelt so viel Zollpfunde) ist hinreichend, der ganzen Vegetation ihren Kohlenstoff zu liefern.

Wir sagen dieß, obgleich wir wissen, wie oberflächlich darauf basirte Rechnungen der Natur der Sache nach seyn können und obgleich wir wissen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft so sehr schwankt. Aber daß die Menge hinreicht, beweist noch nicht, daß die Vegetation sie auch wirklich von da bezieht und so in der Zeit bezieht, wie die Land- und Forstwirthe sie brauchen.

Nach Regen ist der Kohlensäuregehalt der Luft gemindert, denn das Wasser absorbirt dieses Gas, auch die durch Regen erzeugte Erkältung des Bodens wirkt dazu mit. Ueber dem Meere und den Seen ist weniger Kohlensäure in der Luft, als auf dem Festlande, im trockenen Winter bei Frost mehr als bei Thauwetter, in den Städten ist mehr, als auf dem Lande, auf den Bergen mehr, wie in den Thälern, wo viele Pflanzen beisammen stehen (Wälder) mehr, als ohne sie, mehr Nachts als bei Tage. Das Maximum erscheint durchschnittlich gegen Ende der Nacht.

Die Pflanzen athmen Nachts Kohlensäure aus. In der Nähe feuerspeiender Berge oder erloschener Vulkane mit Mineralquellen (Sauerbrunnen) oder Kohlensäure-Exhalationen überhaupt ist die Menge noch größer.

Wenn die Pflanzen Kohlensäure als Nahrung in Blätter und

Wurzeln aufnehmen, sie zersetzen und daraus ihren Kohlenstoff beziehen und sie den Sauerstoff theils ausstoßen, theils anderweitig benützen, so muß die Quelle derselben eine sehr große und reichhaltige seyn, da die gesammte Vegetationsmasse des Wassers und Festlandes eine gewaltige Summe von Kohlenstoff repräsentirt. Dennoch ist der Kohlenstoff der lebenden Vegetation nur ein mäßig großer Bruchtheil des Gesammtquantums, welches in den lebenden Thieren, in den Stein- und Braunkohlenlagern, in Kohlensäureexhalationen, in den organischen Beimengungen (bitumen) der sedimentären Gebirgsformationen sich findet. Die Schätzungen des Gesammtkohlenstoffes der Natur gehen ins Nebelhafte und große Geognosten haben allein aus dem Gehalte der sedimentären Formationen an Kohlenstoff eine Schichte von etwa 46 Fuß Dicke um die Erdoberfläche herum abgeleitet und eine solche von 2,3 Fuß Höhe, wenn sämmtlicher Sauerstoff der Luft als von Zersetzung der Kohlensäure herkommend angenommen wird, und endlich kaum von 1 Linie Dicke, wenn, wie Liebig annimmt, die gesammte atmosphärische Kohlensäure den Kohlenstoff liefert (2800 Billionen Pfund, nach anderen 4000 Billionen). Wenn man bedenkt, daß der Kohlensäuregehalt der Luft ein nach Ort und Jahreszeit, wohl auch Klima varianter ist, daß die Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Luft in verschiedenen Höhen noch äußerst mangelhaft und die Größe der die Erde umgebenden Luftschichte noch Gegenstand der Polemik ist, so dürfen die auf so unsicheren Voraussetzungen gegründeten Berechnungen und Annahmen wohl der Wissenschaft ziemend, aber auch als für die Praxis leicht schädliches Blendwerk angesehen werden.

Der Kohlenstoff, sowohl der im unorganischen, wie im organischen Reiche rührt wohl von zersetzter Kohlensäure her, diese ob von einem durch Glühhitze sie austreibenden Urkalke? Aber nur das Gegebene ist Gegenstand unserer Forschung. Auch in der Luft des Bodens findet sich viel Kohlensäure, mehr im gedüngten als ungedüngten Lande (siehe oben).

Daß gleiche Flächen des Bodens nahezu stets die gleiche Menge Kohlenstoff hervorbringen auf Wald, Feld, Wiese, diesen Satz gegen den Bedarf der Pflanzen an Kohlenstoffverbindungen im Boden anzuführen, geht nur theilweise an, da gedüngte, mit kohlensäurereichen Materialien versehene Flächen auch viel mehr Kohlenstoff

produciren, obgleich die Kohlenstoffverbindungen im Dünger hiezu nicht absolut nöthig sind.

Ob die Pflanzen nur von der Kohlensäure der Luft ihren Kohlenstoff beziehen, namentlich die durch Kultur daran besonders reich gemachten? Nach Boussingault und Liebig scheint das so, nach darauf gestützten Berechnungen, wie viel eine Pflanze in einer gegebenen Zeit wirklich Kohlensäure aufnimmt und also daraus Kohlenstoff bilden kann, reicht diese Quelle weitaus nicht hin. Die Praxis mag sich daher immer noch ihre Quelle in der Düngerzufuhr offen halten. Vielleicht bewirkt gerade die Düngung und Bearbeitung eine reichlichere Absorption von atmosphärischer Kohlensäure, und darauf hin sind noch keine Versuche gemacht worden. Corenwinder hat inzwischen nachgewiesen, daß bei gedüngtem Boden die in der Nähe desselben befindlichen Pflanzentheile von einer sich stets erneuernden, mit Kohlensäure um so reichlicher gesättigten Atmosphäre umgeben sind, je höher die Temperatur der umgebenden Luft und je größer der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ist, da von beiden die mehr oder minder rasche Zersetzung der im Boden befindlichen Dungsubstanzen abhängt. Bei 8 Centimeter Dicke der Bodenschichte gab frischer Pferdemist nach vier Tagen binnen 24 Stunden 88 Litres Kohlensäure pro Quadratmeter. Welche enorme Quelle gegenüber dem Luftgehalt an Kohlensäure, besonders beachtenswerth, wenn wir bedenken, daß bis jetzt die Pflanzennährstoffe immer nur im Superfluum angewandt erfolgreich wirken.

Nach J. Reisets Experimenten absorbiren organische Substanzen bei der Fäulniß an der Luft auch eine Menge Sauerstoff und erzeugen damit, und nicht bloß mit dem ihnen eigenen Sauerstoff, Kohlensäure.

§. 4.

Ammoniak.

Der Stickstoff ist in neuester Zeit der fast alleinige Inhalt aller landwirthschaftlichen Düngerschriften geworden, er ist fast die essentia quinta der vegetabilischen Triebkraft im alten Stile geworden. Nach Gräger enthält eine Luftsäule von 1 Quadratfuß Fläche 290 Milligramme bis 4,76 Gramme Ammoniak, in dessen Form der Stickstoff den Pflanzen allein zugeführt werden soll. Darin sind 3,921 Gramme Stickstoff, immer vorausgesetzt, was oben von

der Berechnung des Kohlensäuregehaltes gesagt wurde. Nach Ville's Versuchen wird kein Ammoniak aus der Luft, wohl aber deren Stickstoff aufgenommen. Nach Boussingault findet das Gegentheil statt. Bei dem Ammoniak als kohlensaurer Verbindung ist das ungeschwächte Hinaufreichen in die Luftsäule überdieß mehr als problematisch.

Liebig nimmt den Gehalt der Atmosphäre an Ammoniak zehnmal so groß an.[1]

Das **Ammoniak** kann sich nur bei längerer Trockenheit und in der warmen oder heißen Jahreszeit in der Luft erhalten, wo es indessen durch Verwesungs- und Fäulungsprocesse stickstoffhaltiger Körper — der Thierkörper zunächst — entsteht und oft frei wird als reines oder kohlensaures Ammoniak. Jeder Regen wäscht es aus der Luft, da es außerordentlich leicht von Wasser absorbirt wird.

[1] Boussingault fand in einem Liter Regenwasser bei 47 Bestimmungen (in den Vogesen) 0,79 Milligr. Ammoniak, in Paris beträchtlich mehr.

1 Liter	Flußwasser enthielt nur	0,17	Milligr.	
1 „	Quellwasser enthielt nur	0,09	„	
1 „	Brunnenwasser in Paris	0,34	„	
1 „	Thauwasser	1–6,00	„	(Keller.)
1 „	Schneewasser	1,78	„	
1 „	Schneewasser, wenn der Schnee auf Gartenerde gelegen	10,34	„	
	Einmal sogar in			
1 „	Nebelwasser	49,7	„	
1 „	Nebelwasser in Paris	137,85	„	

Am Anfang enthält das Regenwasser am meisten Ammoniak, später immer weniger. Nach Boussingault entweicht das mit dem Regen herabgefallene Ammoniak bald wieder und wird so immer wieder die Quelle neuen Zuflusses bei neuem Regen. Beim Verdampfen des Flußwassers gehe ja gleich mit den ersten Mengen das Ammoniak weg.

Langsam fallender und kalter Regen sey ammoniakreicher (Bineau); die fortgesetzten neueren Untersuchungen Boussingault's bestätigten nur, daß der Ammoniakgehalt des Regenwassers keine constante Größe ist.

Nach Barral wurden auf eine Hektare bei Paris im Monate November 1210 (etwa 3 Pfd.) Gramme Stickstoff geführt, darunter 551 Gramme als Ammoniak, 659 Gramme als Salpetersäure.

Way fand neuerlich durchschnittlich in 1,000,000 Theilen Regenwasser nur 1,228 Theile Ammoniak (und 0,405 Salpetersäure).

Sonach fielen in Einem Jahre auf 1 engl. Acre nur 7,11 Pfund Ammoniak und etwa 6¾ Pfund Salpetersäure, und frühere Bestimmungen wären falsch gewesen!

Gräger fand bei Mühlhausen in 1,000,000 Gewichtstheilen Luft 0,323 und Kemp sogar über dem irischen Meere 3,68. Fresenius durchschnittlich 0,133.

Eine zweite Quelle assimilirbarer Stickstoffverbindungen ist die Salpetersäurebildung bei Gewittern. Schon das Experiment zeigt die Möglichkeit, Stickstoff mit Sauerstoff mittelst elektrischer Funken zu verbinden. In den Tropen bei fast ständigen, elektrischen Entladungen in der Atmosphäre ließ sich dieser Vorgang als häufiger denken, aber er ist durch die Analyse der Gewässer bis jetzt dort noch nicht bewiesen, begreiflich noch viel weniger derselbe Vorgang in den früheren Erdbildungsepochen bei allüberall herrschendem Tropenklima (?).

Uebrigens sey das Ammoniak der Luft schon vor der Erscheinung des organischen Reiches in der Atmosphäre vorhanden gewesen, so wird angenommen.[1]

Da die meisten die Menge des atmosphärischen Ammoniaks für unzureichend halten, den Stickstoffgehalt der Pflanzen davon abzuleiten, so verfallen sie auf neue Quellen. So erklärt Bischof, daß die auf krystallinischen Gesteinen wachsenden Pflanzen (Wälder) ihren Stickstoffgehalt (ebenso wie den Kohlenstoff) bei offenbar unzureichender Ammoniakquelle von atmosphärischem Stickgas entnehmen zu müssen schienen (vgl. Ville und Chevreul). Der Stickstoff fehlt den krystallinischen Gesteinen gänzlich.

[1] Nur bei Gegenwart von Alkalien und alkalischen Basen gibt bei freier Einwirkung der Luft eine feuchte stickstoffhaltige Materie unter andern Produkten der Zersetzung auch salpetersaure Salze. Ob Ammoniak immer den Uebergang vermittle? Sicher aber ist das Ammoniak der Atmosphäre selbst eine höchstverbreitete Quelle zur Salpeterbildung, und da diese Bildung selbst durch Oxydation des Ammoniak in Materien vor sich gehen kann, die keinen Stickstoff enthalten, aber durch ihre Porosität jenes verdichten oder absorbiren können (Thon, Eisenerze), so ist insbesondere in wärmeren Ländern, in gut bearbeiteten Böden bei geregelten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen diese Quelle reichlicher als sonst vorhanden und wirksam. 0,0004 Ammoniakgas in der Luft fördert bemerkbar die Vegetation, und Ville fand auch mehr Stickstoffgehalt in damit behandelten Pflanzen als außerdem. In der Zeit der Blüthe der Pflanzen gegeben, verzögere es das Blühen, oder gebe es ganz auf, indem sich die Pflanzen mit Blätter bedecken, aber keine Früchte bringen; letzteres wäre noch exakt zu stellen. 1 Theil gesättigte Ammoniakauflösung auf 20 Theile Wasser tödtet in wenigen Stunden selbst rübenartige Pflanzen.

Auch das Stickoxydulgas soll gleich dem Sauerstoff für die Pflanzen athembar seyn.

Bekanntlich wurde von Kulmann angenommen, daß der Stickstoff der Salpetersäure (zunächst ihrer Alkalisalze) vor der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln in Ammoniak sich verwandle und nur so nähre. Dazu wirkten am besten desoxydirend mit in Gährung begriffene organische Körper. Aber die neuesten Versuche Boussingaults beweisen, daß die Nitrate der Alkalien (salpetersaures Kali und Natron, gemeiner Salpeter und Chilisalpeter) auch ohne Beiseyn verwesender, reducirender organischer Körper von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wurden und eine Stickstoffquelle für dieselbe bildeten.

Der Stickstoff der Luft kann sich mit dem Wasserstoff im Moment des Freiwerdens des letzteren zu Ammoniak verbinden, und ebenso kann er sich unter bestimmten Umständen mit dem Sauerstoff zu salpetriger und Salpetersäure verbinden. Es ist sogar neuerlich fraglich geworden, ob nicht den Pflanzen mehr Stickstoff durch Nitrate als durch Ammoniakverbindungen geliefert werde. Lockerung und Wendung des Bodens, Brennen desselben, Zusatz organischer Substanzen nebst alkalischen Stoffen, die Drainage selbst, Gegenwart poröser Körper, die Bildung von Cyanüren, vorzüglich die Luftelektricität und Anderes gibt Grund genug zu solchen Annahmen.

Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens von Dr. Krocker.

Untersuchte Bodenarten.	Ammoniakgehalt in 100 Theilen lufttrockener Erde.	Specifisches Gewicht.	Ammoniakgehalt einer Bodenschichte fester Substanz 0,25 Meter tief, auf 1 Hektare in Pfunden.
Thoniger Boden vor der Düngung . . .	0,170	2,39	20314
Thoniger Boden	0,163	2,42	19723
Ackerkrume eines Bodens von Hohenheim	0,156	2,40	18720
Untergrund desselben Feldes	0,104	2,41	12532
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,147	2,41	17713
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,149	2,41	17953
Zu Gerste bestellter Boden	0,143	2,44	17446
Thoniger Boden vor der Düngung . . .	0,139	2,41	16749
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,135	2,45	16537
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,133	2,45	16292
Nie gedüngte Erde aus Amerika . . .	0,116	2,18	12644
Sandiger nie bebauter Boden	0,096	2,50	12000
Ausgegrabene lehmige Erde	0,088	2,5	11000
Sandiger nie bebauter Boden	0,056	2,51	7028
Fast reiner Sand	0,031	2,61	4045
Mergel	0,0988	2,42	11952
	0,0955		11552
	0,0768		9288
	0,0736		8904
	0,0579		7004
	0,0077		931
	0,0047		568

Indessen enthalten nach J. Reisets Untersuchungen die Ammoniaksalze und Nitrate, welche bei der langsamen Verbrennung oder Fäulniß organischer stickstoffhaltiger Körper entstehen können, nicht mehr in Summa die ganze Menge Stickstoff, die ursprünglich in den Materien selbst vorhanden war, es entwickelte sich bei der Fäulniß des Düngers immer auch freier Stickstoff.[1]

[1] v. Liebig hat neuerlich die unerschöpflichen Stickstoffquellen in der Luft und dem Boden zum Ausgangspunkt einer Würdigung der Bedeutung des Stickstoffes für die Pflanzenernährung und der darauf gebauten übertriebenen Behauptungen genommen. (Zur Theorie und Praxis der Landwirthschaft.)

§. 5.

Anhang. Der Humus.

Ob nun nicht auch organische Verbindungen, Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie Zucker, Gummi, Schleim, Oele oder mit Stickstoff, wie Alkaloide, Eiweißkörper, Harnstoff und Harnsäure, Hippursäure, oder endlich die Reihe brauner Huminverbindungen und deren Lösungen, die beim Zersetzen des Organischen, gleichsam schwebend zwischen organischen und unorganischen, entstehen — in die Pflanzen als Nahrungsmittel — sie selbst und nicht ihre Zersetzungsprodukte, eingehen, das ward lange behauptet, bestritten und theils ganz, theils nur halb verneint.

Nimmt die zweite Zelle von der ersten am Saugwurzelende schon assimilirte, also organische Substanz auf, warum soll nicht die erste schon können, was offenbar die letzte am Stammende so vollkommen kann, meinte ein Botaniker. Leben nicht zahllose Moorpflanzen gerade charakteristisch nur im Humusextrakte der Torfbildungen und deren Metamorphosen? Nicht viele Schmarotzer nur aus den assimilirten Stoffen ihrer Unterlagen? Oder nur von den Salzen derselben? erwiderten die Gegner. Und viele Kryptogamen scheinen selbst nach Wolff eine Ausnahme zu machen.

Von allen hieher gehörigen Behauptungen ist offenbar die wichtigste für die Praxis jene, welche den Humus als solchen zur Pflanzennahrung erklärt. Die Anhänger dieser Ansicht nennt man Anhänger der Humustheorie und sie zerfallen in zwei Klassen, in solche, welche die Humuslösungen im Allgemeinen als nährend bezeichnen, und solche, welche weniger jene als die physikalischen Wirkungen und die Produkte der Zersetzung des Humus betonen. Letztere sind offenbar auf dem Wege zu Concessionen begriffen. Da der neuen Chemie noch immer die große Masse der verständigen und unverständigen Praxis gegenübersteht und den Humus, wenn auch mit Offenhaltung vieler Concessionen, hoch hält, auch die Stickstoff- und Kohlensäurequellen im Boden zum höchsten Ansehen wieder gekommen sind, so muß diese Frage gründlich besprochen werden.

Die Pflanzenzelle ändert beim Durchgang die ihr gebotenen Nahrungsmittel sogleich, assimilirt oder verändert sie bis zum Nichtwiedererkennen. Es kann also hier nicht die Entscheidung geholt werden.

Somit werden theoretische Gründe vorerst im Kampf voranstehen müssen. Zu diesen gehören nun folgende: Ein Hektar tragbaren Landes (Wiese, Wald oder Ackerland) producirt durchschnittlich jährlich 1800 Kilogramme oder das doppelte Zollpfund Kohlenstoff; wenn er dieses große Quantum jährlich aus dem Boden nehmen muß (also zunächst aus 60 Procent Kohlenstoff enthaltendem Humus), so wird der Boden zuverlässig bald daran erschöpft seyn, außer es würde ihm dasselbe Quantum immer wieder zufallen, was nicht einmal im Naturzustande, noch weniger in jenem der Kultur, d. h. der Aberntung der Fall ist. Ein enormes Quantum Kohlenstoff wird durch Athmung, Verbrennung und Verwesung — welche drei Processe die größte Aehnlichkeit haben — in Kohlensäure umgewandelt und in die Atmosphäre gebracht, also dem Boden, auf dem es erzeugt wurde, entzogen. Rührt der Kohlenstoff der Pflanze von Humussäure her, die man zu 58 Procent Kohlenstoffgehalt annimmt, so kann dieß aus Gründen der Löslichkeit dieser Säure, die hiezu 2500 Gewichtstheile Wasser fordert, nicht seyn. Es kommen z. B. auf 40,000 Quadratschuh Oberfläche in Südbayern in 120 Vegetationstagen 2,447,000 Pfd. Wasser, welche durch Humussäure erst 567 Pfd. Kohlenstoff brächten, während wir 2—4mal so viel ernten. Die Humate sind nicht mehr, meistens aber viel weniger löslich.

Nach Saussure beträgt der jährliche Verlust der Dammerde durch die Verwesung 2 Procent, welche zunächst der humusartigen Substanz entstammen, was freilich nur für besondere Fälle richtig seyn kann. Wald und Wiese gaben seit historischen Zeiten fast überall zahllose Ernten, der Kohlenstoff derselben ward nicht im Humus zurückgebracht, aber immer erzeugen diese Flächen neue Kohlenstoffmassen in ihren Produkten. Ja da, wo sie ihnen nie entzogen wurden, wie im Urwald und der Urwiese (Prairien) hat sich der Kohlenstoff oft bis zum schädlichen Uebermaß angehäuft. Und selbst, wenn in den Heerden der Pampas oder der Alpenmatten enorme Massen von Kohlenstoff (und Stickstoff) alljährlich letzterem entzogen werden, so sehen wir keine größere, in der Zeit erweisbare Erschöpfung derselben. Wie viele Pflanzen wachsen im sterilsten Sande oder auf felsigem Grunde oft in Massen, wie Föhren, Riedgräser, Sandrohre ꝛc. und geben enorme Quantitäten Kohlenstoff seit Urzeiten?

Wenn der Humus auch als Kohlensäure- und Ammoniakquelle

für die künstliche Vegetation von großer Bedeutung ist, so wird er doch im Großen und Allgemeinen von der Kohlensäurequelle, welche die Luft bietet, weit übertroffen.

Ob am Ende wenigstens eine kleine Menge Humus für die Pflanzen nöthig sey? Ob nicht wenigstens in Form der humussauren Salze?

Aber, so wird entgegnet, wie viele Pflanzen sehen wir auf völlig humusfreiem Felsgesteine in losem Sande, auf Mauern und an Wänden wachsen, wie viele Pflanzen, auch Kulturpflanzen und üppig die Rebe, gedeihen in der durch Feuer aufgeschlossenen, aber humusfreien Lava? Wohl die Hälfte alles kultivirten Landes der Erde wird nie gedüngt, sondern nur mittelst Bewässerung oder die tropischen Regen, die Wintergüsse im europäischen Süden, fruchtbar gemacht. Boussingault, Wiegmann und Polstorff, Wolff, Salms Horstmar u. A. zeigten durch direkte Versuche, daß man Pflanzen ohne alle organische Materie, in völlig humusfreiem Boden zur vollen Entwicklung bringen könne und die letzte Phase dieser gelehrten Deduktionen schloß mit der Behauptung, daß der Humus keine direkte Ernährungsfähigkeit für alle Kulturpflanzen und für die meisten andern Gewächse habe, ein Satz, den zuerst Liebig scharf und genügend bewies.

Allein gerade dem Pflanzenphysiologen, der weiß, daß nur im Wasser Gelöstes in die Pflanzenwurzeln eingehen kann, widerstrebt dieser Schluß, wenn er an die oft schwerlöslichen, aber doch gelösten humussauren, alkalischen Erden, an die humussauren Doppelsalze, an die großartige Fähigkeit der Pflanzen Nahrungsstoffe sich substituiren zu lassen, an die Nothwendigkeit, für Pflanzennahrung gerade nur sehr schwache Lösungen zu bieten, da die concentrirten so leicht schädlich wirken, endlich an das Verhalten vieler Kryptogamen, Parasiten und eigentlichen Humuspflanzen, die außer den Mooren bei allen Salzen derselben gar nicht wachsen, denkt. Auch stehen den Hauptsatz beschränkend andere nicht minder gewichtige Männer entgegen, wie Saussure, Mulder, Soubeiran und viele wissenschaftliche Landwirthe selbst.

Daß an der ätzenden und zerstörenden Kraft der Düngerjauche nicht das humussaure Ammoniak (Wolff), sondern das freie oder kohlensaure die Schuld trägt, wird wohl nicht widersprochen werden und sauren Humus, d. h. freie Humussäure, wie man oft

angeführt, haben auch die alten Humustheoretiker noch nicht als Pflanzennahrung empfohlen.

Mit Sand allein und mit Erde kann man Humuslösungen zwar bedeutend verdünnen, d. h. jene entziehen dem gelösten Körper sehr viel, aber am Ende nicht Alles, und die Diffusion von Mineralsalzen wird durch dieselben nicht minder alterirt, wie Thompson und Way deutlich gezeigt haben. Die Diffusion ist ja nach den Graham'schen Versuchen sogar ein Zersetzungsmittel.

Die große Schwierigkeit liegt in der schwachen Kenntniß, die wir noch von den auf der Stufe der organischen Umwandlung zu Unorganischem stehenden Huminkörpern besitzen. Uns scheinen nach theoretischen Prämissen allerdings die humussauren Verbindungen als in die Pflanzen eingehend angesehen werden zu müssen. Damit ist noch nicht gesagt, daß sie die alleinigen Kohlenstoffquellen für die Pflanzen sind.

Beim Verwesen organischer Substanzen, Thiere und Pflanzen und deren Theile werden die elementaren Kräfte wieder reiner thätig, als sie es im Organismus, der sie für sich fesselte, vorher waren, es verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Substanz zu Kohlensäure, der Wasserstoff mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak. Aber wie beim raschen Verbrennungsproceß, etwa durch trockene Destillation organischer Körper, eine große Zahl von Zwischenstufen, von intermediären Bildungen erzeugt wird, so bei dem langsamen oder der Verwesung eine Reihe von schwarz oder braun aussehenden, pulverförmigen, die Lösungsmittel gelbfärbenden Substanzen, Humin-, Gein-, Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäuren genannten Stoffe und Verbindungen derselben von zweifelhaft chemischem Werthe; die Anwesenheit von Mineralstoffen in ihnen bedingt insbesondere viele Erscheinungen des Vorganges.

§. 6.

Schlüsse.

Ueberblicken wir endlich Alles zusammen, was in der sogenannten Humustheorie sich der wissenschaftlich gemachten Erfahrung zur Verfügung gestellt hat, so wird vorerst klar, daß die spätere Entwicklung der Theorie der Humussäuren nach Sprengel, dann selbst nach Mulder nebst den Humaten, Geaten, Ulmaten, Krenaten

und Apokrenaten von besonderer Bedeutung zur Erklärung der Pflanzennahrung und Pflanzenernährung nicht seyn kann.

Auch ist die Zusammenfassung aller braunen oder braunschwarzen Zersetzungsprodukte organischer Körper in eine Gruppe von Huminkörpern verschiedener, aber nicht konstanter zur Bildung chemischer Individuen hinreichender Eigenschaften den Anforderungen exakten Forschens zuwider.

Ob aber doch die ältere Lehre der Landwirthe, die von Humussäure und deren Salzen keine Notiz nahmen, auch nicht den Kohlenstoff in den Pflanzen von ihnen ableiteten, sondern nur das Produkt der Fäulniß und Verwesung organischer Körper als reiche Quelle von Pflanzennahrung und obersten Regulator des physikalischen Verhaltens des Bodens ansahen, ob dieser einfache der Praxis schon genügende Satz Anfechtung verdient, das geben wir nur insofern zu, als die weitere Erforschung des Wesens einer Nahrungsquelle, des Modus ihrer Wirksamkeit (Kohlensäure, Ammoniak, Salpeterbildung) Aufgabe war und wissenschaftlich gefordert werden konnte, wie denn auch große Vortheile für die Praxis erzeugte. Dann ist auch die Bemerkung begründet, daß es unrichtig ist, wie doch allgemein geschieht, unter Humus sich nur das Produkt verwesender Pflanzenfaser (oder Holzfaser) vorzustellen.

Die einfache Beobachtung des im Herbste abfallenden Laubes unserer Bäume zeigt, daß dieselben sehr rasch sich bräunen und dann nur mit warmem und kaltem Wasser behandelt, stark braunfärbende Extrakte geben, die als Humate angesehen die Humussäure auch fallen lassen. Aber das Mikroscop zeigt nun noch völliges Unverletztseyn der Zellenwände des Parenchym, die braunfärbenden Huminsubstanzen finden sich innerhalb der Zellen, es ist Zellinhalt, die incrustirenden Substanzen, die zuerst der Verwesung anheimfallen, sie selbst durch die alkalischen Stoffe des Inhalts leichter löslich gemacht, die gelösten Salze des Parenchyms dazugebend. Die eigentliche Holzfaser, die freilich vielfach imprägnirte Cellulose kommt erst viel später in den Kreis der Verwesung und ist nicht ausschließlich Substrat der Bildung von Humus, im Sinne der älteren Landwirthschaft.

Als größter Theil der Pflanzensubstanz aber ist allerdings die Holzfaser eine langandauernde Quelle von Kohlensäure. Sie verwandelt ein ihr gebotenes Volumen Sauerstoffgas in ein ebenso großes

Volumen Kohlensäure so lange fort, bis sie sämmtlichen Kohlenstoff verloren hat. Auch andere Bildungen nehmen an dieser Zersetzung Antheil. Um jedes Stückchen Humussubstanz ist eine kohlensäurereiche Atmosphäre, in welcher die feinsten Wurzelenden schwelgen.

Wir können den Ertrag unserer Felder an Kohlenstoff und Stickstoff durch Zufuhr von Kalk, Mergel oder Asche nur dann und so lange mehren, als auch im Boden neben der Atmosphäre Quellen hiefür eröffnet sind. Abgesehen von der physikalischen Wirkung zehrt daher der Aetzkalk das Feld aus, der Mergel mergelt es aus, Asche und Guano erschöpfen es rascher. Je ungünstiger (kälter) das Klima für die Kultur einer Pflanze ist, um so mehr Kohlenstoff- und Stickstoffquellen müssen im Boden derselben geboten werden.

C. Der Dünger.

Wenn man weiß, was die Pflanzen ernährt, weiß man auch, was sie düngt. Denn künstliche Mehrung von Pflanzennahrung in geeigneter Weise heißt Düngung. Also kann Alles, was die Pflanzen ernährt, Dünger werden. Eine Naturgeschichte der Dünger gehört aber in unsere Aufgabe. Jeder Stoff, der Pflanzen ernährt, kann als Dünger wirken, wenn er dahin gebracht wird, wo zwar alle übrigen Pflanzennahrungsmittel sich finden, er allein aber fehlte. Sein Dazukommen macht erst, daß auch die übrigen wirksam sind. Es ist aber begreiflich sehr schwer, herauszubringen, daß dieser oder jener Stoff im Boden nicht in gehöriger Menge und nicht im passenden Zustande vorhanden ist und deßwegen ist das Düngen mit nur Einem Düngstoff, z. B. mit Gyps, Kalk oder Asche (Kali), selbst mit Knochenerde oder phosphorsaurem Kalk häufig sehr gewagt und erfolglos.

Was die Thiere als Nahrung zu sich nehmen, sind die Bestandtheile der Pflanzen und Thiere. In ihren Auswürfen, den flüssigen und festen, findet sich der größte Theil dieser Bestandtheile wieder — also sind diese Auswürfe zusammengenommen wieder im Stande, Pflanzen zu ernähren und so Thiernahrung zu bilden — d. h. der Mist ist ein vorzüglicher Dünger. Er enthält alle Nährstoffe der Pflanzen, denn er entstand ja aus ihnen, er enthält sie in großer Menge und in der besten Form, denn die

Verdauung hat sie alle aus der organisirten Verbindung gerissen und sie für die Rückkehr ins Reich des Leblosen oder des Unorganischen mittelst Gährung, Fäulniß und Verwesung bestens vorbereitet. Da man aber alle Bestandtheile des Mistes künstlich zu ersetzen im Stande ist, da er in seinem Ganzen nicht überall nöthig ist, sondern oft nur in einzelnen Theilen zur Düngung genügen würde, so ist nicht der Mist, wohl aber der Dünger überhaupt bei uns die Seele des künstlichen Pflanzenbaues und damit auch in der Regel der ganzen Landwirthschaft.

Lernen wir also zuerst den Mist naturgeschichtlich kennen und sehen wir dann zu, ob er sich in einzelnen seiner Bestandtheile nicht ersetzen, ja sogar übertreffen läßt.

§. 1.

Die Auswürfe.

Man versteht den Mist nicht, wenn man nicht weiß, was ein Exkrement oder Auswurf ist.

Ein Kalb, welches nur Muttermilch zu sich nimmt, erhält dadurch alles, was es nicht bloß zum Bestande, sondern auch zum Wachsen braucht, und letzteres ist hier wesentlich sein Bestehen. Gesetzt es nähme ein Kalb täglich im Durchschnitt für seine vierwöchentliche Saugperiode 20 Pfund Milch zu sich, so sind darin wenigstens 359 Gramme Stoffe zur Wärmeerzeugung (Milchzucker) und etwa 200 zur Fettbildung, endlich eben so viel und mehr zur Blut- und Fleischbildung und 7 Gramme und darüber unorganische Stoffe, etwa zur Knochenbildung; es hat also ein von der Natur gegebenes Verhältniß von 10 Theilen plastischen Stoffes zu 10 Theilen Fett und 20 Theilen Zucker und etwa 0,6 Salzen statt. Aber dieses Verhältniß findet sich begreiflich nicht wieder in den Auswürfen. Ein Theil dieser Stoffe ist verbrannt, ein anderer ist Fett, einer ist Muskelfleisch und wieder ein Theil ist Knochenerde und Salz geworden.

Meint man nun, daß die Auswürfe nur den Rest der gesaugten Milch, der nicht verbraucht ward, enthalten? Obgleich nun das Kalb wächst, so geschieht dieß doch theilweise unter Verzehrung anderer schon vorhandener Theile.

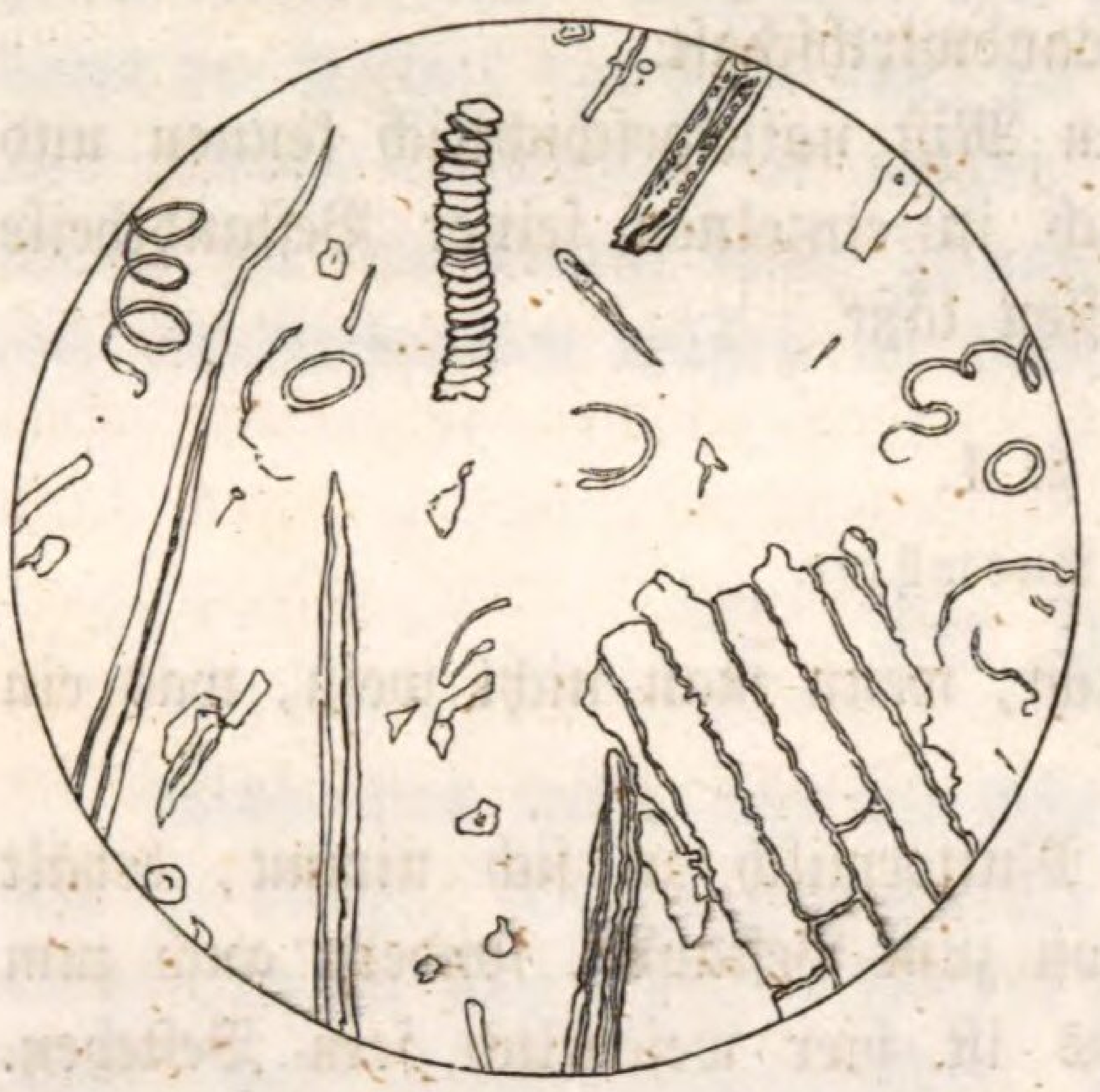
Die Auswürfe des Kalbes sind eben schon wegen des Vorwiegens der Neubildung, des Wachsens, stickstoffärmer als die genossene

Nahrung. Bei schlechter Verdauung ist dieß schon nicht mehr der Fall und bei Krankheiten tritt selbst das Gegentheil ein.

Das entwöhnte und nun erst zum Pflanzenfresser gewordene Kalb, endlich die Kuh und das Rind überhaupt scheiden mittelst des Darmes

1) die unverdaulichen Stoffe aus. Dahin gehören die ältern Zellstoffe, die harte, holzige Pflanzenfaser, die man an den Auswürfen der Pferde noch sehr grob vertheilt, schon feiner an jenen der Wiederkäuer mit bloßem Auge erkennt. Doch zeigt das Mikroskop diese durch die Verdauung ausgelaugten oder macerirten Pflanzentheile noch viel schöner. (Fig. 44).

Fig. 44.



Dahin gehört der färbende Bestandtheil des Satzmehles der grünen Pflanzentheile, das Chlorophyll, d. h. der Farbstoff und das Wachs.

2) Die zwar löslichen, oder auch vom gesunden Thiere nicht zersetzten (nicht verdauten) Stoffe, wie z. B. Pflanzengummi, Salze der Pflanzensäfte 2c.

3) Alles was gegen das rechte Verhältniß der Nährstoffe, der stickstofffreien zu den stickstoffhaltigen, verstößt; alles Uebermaß der einen oder der anderen, wenn auch die Grenzen vorerst noch nicht sehr sicher festzustellen sind. (1 : 3 bis 1 : 7.)

4) Alles, was als fortan unnütz aus dem Körper geschafft wird, um Neubildungen Platz zu machen. Dazu auch die der Verdauung selbst dienenden und mit ihr umgeänderten Säfte der Verdauungsorgane, z. B. Gallenbestandtheile. Wenn ein Thier auf jener Stufe angekommen ist, auf der weder das Wachsen noch die Abnahme vorherrscht, also auf der Höhe seiner natürlichen Entwicklung, sind Ausfuhr und Zufuhr sich gleich, nur aber ist die Ausfuhr nicht bloß in den Auswürfen, sondern auch und ganz besonders wichtig für den Landwirth im Harn und der Ausdünstung, endlich bei Nutzung der Milch oder der Erzeugung eines Jungen

zu suchen. Da die Pflanzenfresser nur von Pflanzen leben, die Fleischfresser aber von ihnen und ihren eigenen Genossen, so muß in den Auswürfen derselben und in ihrem Leibe auch alles vorhanden seyn, um wieder Pflanzentheile zu bilden. Dieses ist und zwar im besten Zustande im faulenden Harn und den faulenden Auswürfen der Fall.

Aber die Auswürfe (feste wie flüssige) sind nach der Art der Thiere, ihrem Alter, ihrer Nahrung, ihrem Gesundheitszustande, ihrer Behandlung überhaupt sehr verschieden.

§. 2.

Die Auswürfe der Pferde.

Die festen Auswürfe des Pferdes zeichnen sich durch einen starken Gehalt grob vertheilter Pflanzentheile, die man noch kaum Zellstoff oder Faserstoff nennen kann, aus. Viele Pflanzentheile sind weder fein verkleinert, noch von Verdauungssäften durchweicht und Stroh= wie Heutheile gehen in groben Massen mit den Excrementen ab. Man fand in 24 Stunden von einem Pferde 30 Pfund Excremente, nachdem es längere Zeit täglich 6½ Pfund Haber, 6 Pfund Heu und 2 Pfund Roggenstroh erhalten hatte. In den Excrementen waren 20 Procent Trockensubstanz, also 80 Procent Wasser. Die eingenommene Pflanzenfaser wird, die ältere wenigstens, vom Pferde nicht verdaut.

Der Stickstoffgehalt wechselt begreiflich sehr, er wird jedoch nicht leicht im Durchschnitt 1 Procent übersteigen. Einige fanden zwar 2 Procent, andere nur 0,8, wir selbst in mehreren Versuchen nie mehr als 1,2.

Die Auswürfe der Pferde werden trotz ihrer Armuth an Stickstoff (der Harn ist um so reicher daran) als Dungstoff sehr geschätzt, man rühmt an ihnen die große Gährungswärme, die sie entwickeln. Es rührt diese Seite ihrer Dungkraft von der Lockerheit und mäßigen Feuchtigkeit derselben her, was indessen kaum zur vollen Erklärung genügt. Sie sind oft mit dem Harn der Pferde vermengt und saugen diesen gerne ein. Dadurch aber wächst ihre Dungkraft und die Entwicklung von Ammoniak aus dem Harnstoff des Urins bedeutend.

Das wichtigere Düngermaterial der Pferdeexcremente findet sich im Harn. Der Pferdeharn ist in der That eine ganz besondere

Flüssigkeit; mit ihm gehen fast alle Salze aus dem Organismus. Der denselben in gesundem Zustande so sehr trübende Bodensatz besteht fast nur aus kohlensaurem Kalk und wenig Talkerde, beide in sehr schönen Krystallformen.

Reich an Alkalien und Stickstoff, arm an Phosphaten, das ist der hervorstechende Charakter des Pferdeharns.

Der Harn des Pferdes ist stark alkalisch, der des Rindes schwach alkalisch, der des Menschen reagirt sauer, auch häufig der des Hundes und Schweines. Bei einer Temperatur von ungefähr 15° R. sind binnen vier Tagen alle Harne stark alkalisch, Ammoniakbildung hat mit Kraft begonnen.

Was der Pferdeharn in der Mistjauche bedeute, wird weiter unten gesagt werden.

§. 3.

Die Auswürfe der Rinder.

Die Auswürfe des Rindes enthalten im Allgemeinen etwas mehr Wasser als jene des Pferdes, doch ist dieß je nach der Fütterung sehr verschieden. Man nimmt 14—15 Procent, also 85—86 Procent Wasser an.

Sie enthalten weniger Pflanzenzellen und diese feiner zertheilt als die Pferdeauswürfe.

Nach neuesten Versuchen verdauen die Wiederkäuer jüngere Pflanzenzellen und die jüngere incrustirende Substanz, so zwar, daß man kaum die Hälfte derselben in den Exkrementen wieder findet. Der Gesammtfaserstoffgehalt der Rinderexkremente beträgt 11 Procent weniger als jener der Pferde.

Man nimmt den Stickstoffgehalt der trockenen Rinderexkremente auf 1,7 Procent im Durchschnitt an. Nach Nutzungsverhältniß der Rinder, nach dem Stadium ihrer Entwicklung und ihrer Fütterung wird dieß sehr verschieden seyn, so daß der Durchschnitt um mehr als das Doppelte steigen oder sinken kann.

Man sieht daraus, was Ertragsberechnungen, darauf gegründet, für einen geringen Werth haben. Gewöhnlich betragen die frischen Rindsexkremente das Doppelte der genossenen Futterstoffe bei Heu- oder Strohfütterung; das gleiche Quantum bei vorwaltender Wurzel- und Knollenfütterung.

Der Stickstoffgehalt der Rinderexkremente ist ohne Urinzusatz

so gering, daß ihre Gährung der Vegetation nicht schadet. Ihr Werth entsteht erst durch Zusatz des Harns und Formbildung mittelst der Streu.

Die Entstehung kahler Stellen da, wo diese Auswürfe auf Wiesen oder Weiden liegen bleiben, rührt vom Abschluß der Luft für die bedeckten Pflanzen her. Diese Auswürfe enthalten nämlich einen Abkömmling der Eiweißstoffe (schleimiger Eiweißstoff, der das Gerinnen in der Siedhitze mit letzterem, die Consistenz mit den Schleimtheilen gemein hat), welcher an der Luft durch Wasserverlust vertrocknet, erhärtet und dann eine Kruste bildend sich schwer wieder löst, eigentlich nur zersetzt. Er ist die Ursache der Verwendung des Kuhmistes zum Bedecken wunder Stellen an Bäumen, wie der Zellstoff jene seiner Benützung als Brennmaterial.

Die Auflösung frischen Rindsmistes in Wasser zur Güllebereitung (100 Theile Exkremente auf 3—600 Theile Wasser) ist ohne Harnzusatz von nur schwacher düngender Kraft. Mit letzterem kann die Gülle, vergohren, aber ohne Verlust der Gase, zur höchsten Wirkung sich steigern.

Der Harn des Rindes ist klar und hell, wenn von gesunden Thieren und ohne arbeitende Anstrengung derselben gewonnen. Er braust auf Säurenzusatz sehr stark und verbreitet dann (von freiwerdenden Fettsäuren) einen üblen Geruch, den er vorher nicht hatte. Im Gegentheil, es riecht im frischen das aromatische Oel der Heublumen heraus. Zusatz von 5 Procent Salzsäure fällt unter heftigem Brausen die Hippursäure in schönen Krystallnadeln meist aus; daß sie, in die verwandte Benzoesäure übergeführt, Gegenstand der Fabrikation ist, sey bloß erwähnt. Der Harnstoffgehalt beträgt nur 0,6—1,0 Procent. Erstere Menge bei Grasfütterung. Er steigt bis 1,9 bei besserer Fütterung.

Die unorganischen Bestandtheile sind vorzüglich Kali, wenig Kalk und Talkerde. Während beim Pferde sehr viel Kalk im Bodensatz des Harnes den Körper verläßt, geschieht dieß beim Hunde bekanntlich in den Auswürfen fast ausschließlich (wir fanden nur Spuren im Urin), beim Rind und dem Schweine nirgends sehr auffällig.

Dem Rinderharn ist eigen starker Gehalt von Hippursäure und Alkalien, Mangel an Erden und Phosphaten insbesondere.

Dem Schweineharn ist eigen ein starker Kochsalzgehalt, ebenso dem Harn der Hunde.

Auf der Miststätte finden sich in der Regel alle diese Harne zusammen, je nach Umständen oft sehr verdünnt, oft auch sehr concentrirt und in verschiedenen Stadien der Umsetzung.

§. 4.

Die Auswürfe der Schafe und Schweine.

Die Auswürfe der Schafe enthalten den Pflanzenzellstoff noch feiner vertheilt, sind sehr reich an Stickstoff (2,8 — 3,0 Procent), haben am wenigsten Wasser und stimmen in ihren Aschenbestandtheilen mit jenen der Pferdeauswürfe überein. Man rechnet 4 Pfund Exkremente von einem Schafe in 24 Stunden.

Der Harn der Schafe soll arm an Harnstoff und noch ärmer an Hippursäure seyn (0,125 — 0,088), Natron und Kali herrschen in den Salzen vor.

Die Exkremente der Schweine, als „kalt" bezüglich der Düngerwirkung verrufen, sind sehr verschieden nach ihrer Werthschätzung, je nach der sehr wechselnden Fütterung, der Verdünnung des Futters, der Nutzungsart, dem Alter u. A.

Der Harn der Schweine wird für ätzend oder scharf gehalten, scheint also sehr stickstoffreich, da die Ammoniakbildung, davon hergeleitet, die Ursache der Schärfe ist.

Dieß ist jedoch in so hohem Grade verschieden, daß bei stark verdünnter Fütterung mit Küchenspülicht und Haberschrot der Harn eines Mutterschweines im Durchschnitt nur 0,3—0,6 Procent Harnstoff enthielt. Aber der Harnstoffgehalt ist sich bei gleichem Nahrungs- und Kraftverbrauchsverhältniß auf ein bestimmtes lebendes Gewicht der Säugethiere gleich, und nur die Verdünnung mit Wasser bei der Ausscheidung gibt die Verschiedenheit.

§. 5.

Mistjauche und Harn.

Wir erklären vorerst, daß wir keine Unterschiede zwischen Jauche, Odel, Pfuhl, Gülle oder Hüll annehmen, sondern unter Mistjauche jene Flüssigkeit verstehen, welche aus den flüssigen Theilen der Thier- und Menschenauswürfe, dem Urin sammt zufälligen Wasch-, Regen- oder andern Wassern besteht, kurz das Wasser, welches den Stallmist begleitet und umgibt. Es ist demnach klar, daß seine Bestandtheile sehr wechseln können, aber es ist dieß doch im Großen

nicht so sehr der Fall, daß sich darauf keine Berechnungen gründen ließen.

So reichlich auch der Urin der Kühe fließt (man erhält in 24 Stunden 7—10,000 Gramme oder etwa 20—22 Pfund von einer Kuh und nur 1330 Gramme von einem Pferde), so würde derselbe ohne Zugießen von Tränke= oder Waschwasser 2c. nur in sehr geringer Menge die Mistgrube erreichen, weil der größte Theil derselben von der Streu und den Exkrementen selbst aufgesaugt wird und allmählig eintrocknet oder wenigstens durch Verdampfen sehr dickflüssig wird. Er wird dadurch, wie wir bald hören werden, die vorzüglichste Stickstoffquelle des Mistes, eines nützlichen Bestandtheiles.

In den gewöhnlichen Fällen nur gelangt der Harn, mit einigem Stallwasser vermischt, auf die Odel= oder Mistgrube, durchsetzt oft hier neuerdings die alten Mistschichten, verliert zwar noch mehr Wasser durch Verdunsten auf der Oberfläche, wird aber zugleich dem Zufluß von Regen= und Schneewasser, von Wasch= und Küchenwasser ausgesetzt. Diese den Misthaufen durchziehenden Wasser lösen aus den Auswürfen noch viele andere Stoffe auf, mischen sich mit dem Harne, sammeln sich an den tiefsten Stellen der Mistgrube mit oder ohne eigene Behälter, und unterliegen der Zersetzung.

Wenn auch durch Spül= und Waschwasser die mannigfaltigsten Stoffe der Mistgrube zugeführt werden können, so brauchen wir das doch nicht zu berücksichtigen, denn bei dem eigentlichen Landwirthe ist diese Zumischung gewöhnlich nicht sehr erheblich. Ihre wichtigsten Bestandtheile sind außer der Unreinigkeit der Wäsche Fettsäuren mit den Alkalien der angewandten Seifen.

Die Zumischung von Wasser verdünnt bloß die Jauche, aber ändert sie nicht wesentlich. Ihr *wesentlicher* Bestandtheil ist also immer der Harn, und zwar der Harn der Rinder und Pferde.

Es ist eine alte und richtige Annahme, daß der Harnstoff darin die Quelle des Stickstoffes sey. Nach unsern vielfältigen Untersuchungen enthält Pferdeharn durchschnittlich in 100 Gewichtstheilen 1—2,5 Procent Harnstoff. Da dieser mehr als die Hälfte an Stickstoff enthält, so ist die mittlere Annahme von 1½ Procent Stickstoff aus 100 Gewichtstheilen frischen Harnes gerechtfertigt. 100 Pfund Harn werden also 1½ Pfund Stickstoff liefern.

Indessen gibt es aber noch andere bis jetzt unbeachtet gebliebene

Stickstoffquellen des Harnes der Rinder und Pferde, auch der Menschen und Schweine. Es sind dieß die stickstoffhaltigen Säuren des Harnes, die Hippursäure der ersteren und Harnsäure der letzteren. Dazu kommt noch viel Schleim bei den Pferden.

Wir untersuchten Mistjauche aus einem Behälter, der sechs Monate lang, und zwar vom Januar bis Mitte Juli, nicht entleert worden war. In diesen lief der Harn von 20 Stück Rindern von allen Altersklassen, Geschlechtern und 6 Racen; er lief aus mit Backsteinen gemauerten offenen Abzugsgräben, nachdem er die festen Exkremente der Thiere überall berührt hatte, ja beim Reinigen des Stalles oft mit ihnen gemischt worden war.

Auch Regenwasser floß vom Dache aus zu, aber es lief nichts von der Jauchengrube ab, obgleich täglich neuer Zufluß kam.

Es war dieß also Jauche, wie sie am häufigsten und unter den gewöhnlichen Verhältnissen vorkommt.

Sie zeigte nur noch 0,5 Procent Harnstoff, und Hippursäure war auf direktem Wege nur mehr in geringer Menge, aber doch noch darzustellen.[1]

Sie enthielt in 100 C. C. 0,48 Stickstoff, in einer Maas 1,68 Mgr. Stickstoff, oder in einem Eimer über 100 Gramme, und erst in 3 — 4 Eimer 1 Pfund, begreiflich noch alle ihre sehr beträchtlichen Kali- und Natronsalze. Wir fanden erstere in der Asche des Pferdeharns z. B. zu 70 Procent.

Wenn nun Jemand den Stickstoff des Pferdeharns, der viel stickstoffreicher ist, und mit einigem Abzuge auch des Rinderharns einen Monat lang fixirte, oder im Zersetzungsprodukt sich erhielte, so würde er 15 Pfund Stickstoff erhalten, aber in einem belästigenden, den Transport zu sehr vertheuernden Mittel, kurz gesagt mit zu viel Wasser. Er würde $30 \times 24 = 720$ Pfund Wasser oder etwa 6 Eimer haben; er würde 15 Pfund Stickstoff in 7 Centnern haben, während er im Guano ihn in nur einem Centner besitzt. Werden nun dem Harn die Phosphate durch Zumischung von Menschenexkrementen oder Knochenpulver eben so gut wie dem Guano gegeben, so würde Jemand, der den Harn eines Pferdes von einem Monate nebst jenen Zusätzen auf einen Centner Gewicht abdampfen oder eindicken, eintrocknen würde, einen Centner Dungstoff haben,

[1] Dr. Crusius fand in der Rinderjauche zwischen 0,23 bis 0,27 Procent Stickstoff.

der einem Centner Guano an Wirkung gleich seyn müßte. Ein Centner Guano kostet aber bei uns 7—10 fl., und zwölfmal des Jahres dieses wiederholt, würde 84—120 fl. ausmachen.

Warum also sucht ihr Guano für theures Geld, wenn das Material dazu aus euren Ställen oft ganz und gar nicht oder nur sehr nachläßig benützt abfließt?

Aber die Umwandlung in festen, transportabeln, leicht nutzbaren Dünger ohne Verlust der wirksamen Bestandtheile — da steckt die Schwierigkeit! — so wendet man ein.

Die Versuche mit Urate, Poudrette ꝛc. können mit Guano, Knochenmehl, Fischdünger ꝛc. nicht in erfolgreiche Concurrenz gebracht werden. Wir glauben aber, daß jene ältern Versuche nur nicht recht zu Werke gingen und wenig berücksichtigten, was im Dünger vor allem zu erhalten war.

Zu erhalten sind aber vor allem die Stickstoffquellen (Harnstoff, Hippursäure im frischen Harn oder Harnsäure), zuzugeben sind die Phosphate.

Die Zersetzung selbst muß verhütet werden, ohne, wenn sie nothwendig ist, unmöglich zu werden. Es ist ein falscher Weg, den man einschlug, als man darauf ausging, die Zersetzungsprodukte (Ammoniak und seine Salze) festzuhalten, indem man sie obendrein in Verbindungen überführte, die der Vegetation viel weniger zusagen.

Zusatz von Thon, Lehm, Aetzkalk, Dolomit, gebranntem und ungebranntem, ändert bezüglich des Harnstoffgehaltes nichts.

Der Zusatz von Eisenvitriol zum frischen Harn wirkt begreiflich nicht das Ammoniak fixirend, da es ja noch nicht gebildet ist, er bindet aber die organischen Stoffe und verhindert dadurch ihre Erregung der Gährung und Zersetzung des Harnstoffes, erhält also den wichtigsten Bestandtheil des Harns.

Genug, wird alle Ammoniakbildung oder Harngährung während des Verdunstens des Wassers verhütet, so müßte man binnen einem Jahre von den Hausthieren so viel pflanzennährenden Stickstoff erhalten können, daß nach dem gewöhnlichen Preisansatz für ein Pfund Stickstoff sehr erhebliche Einnahmsquellen sich öffnen, resp. der Wirthschaft zufließen würden.

Sey auch der Harnstoffgehalt des Kuhharnes durchschnittlich zu hoch gegriffen, setzen wir ihn selbst auf die Hälfte herab, zu 1½ Procent, so ist der Werth von 45 fl. für Stickstoff im

Harn der Kuh allein per Jahr, ohne festen Dünger, lockend genug, um dieser Stickstoffquelle alle Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Aber die Quelle so zu fassen, daß sie uns den Stickstoff und die Salze so präparirt reicht, wie sie die Kulturpflanzen vor allem brauchen, das ist weitere Aufgabe.

Jedenfalls aber scheint uns die getrennte Bereitung bald der Urate, bald der Poudrette, unstatthaft. Man muß insbesondere bei den Fleischfressern und Omnivoren beide vereinigen; bei den Pflanzenfressern ist aber der Harn so überwiegend werthvoller, als Düngstoff, daß man in Versuchung kommt, zu glauben, die Steppenvölker machten den besten Gebrauch von Kuhmist, wenn sie ihn verbrennen.

20 Kühe, darunter 3 Jährlinge, ohne Einstreu beobachtet, liefern in 24 Stunden 140 bayrische Maas eines von Beimischung von Exkrementen etwas trüben Harnes. Bei $2\frac{1}{2}$ Pfund per Maas gerechnet, ergaben sich 350 Pfund oder $17\frac{1}{2}$ Pfund per Stück.

Wird Kuhharn bei gewöhnlicher Stroheinstreu in besonderen Gruben aufgefangen, so erhält man (Winterfütterung) in 24 Stunden 5—6 Pfund vom Stück, verschieden nach der Art der Einstreu.[1]

§. 6.

Auswürfe der Vögel.

Die Auswürfe der Vögel sind, da feste und flüssige gemischt sind, die wirksamste Zusammensetzung von allen, selbst von denen, die Pflanzenfresser, noch besser begreiflich von denen, die Fleischfresser sind.

Ihre Exkremente sind deßhalb auch durchweg ätzend, wenn sie an der Stelle ihrer Anwendung sich erst zersetzen und concentrirt angewandt werden.

[1] Nach einer Analyse von Tharandt enthielten 1000 Pfd. frischen Urins:

Bestandtheile.	von Kühen (bei Heu- und Kartoffelfutter).	von Mastochsen (ohne Salzgabe).	von Mastochsen mit starker Salzgabe.
Feste trockene Stoffe	80	$67\frac{1}{5}$	$74\frac{1}{2}$ Pfd.
Darin Stickstoff	8	$12\frac{1}{4}$	$10\frac{7}{10}$ „
„ mineralische Stoffe . .	20	$12\frac{4}{5}$	$15\frac{4}{5}$ „
Darunter Phosphorsäure . . .	—	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{66}$ „
„ Kochsalz	1	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{10}$ „
Ungefährer Geldwerth:	68 Sgr.	92 Sgr.	80 Sgr.

Man sollte nicht denken, daß eine Gans, welche den ganzen Tag nur Gräser oder grüne Pflanzentheile verzehrte, Auswürfe absetzen sollte, die so stickstoffreich sind, daß ihre Ammoniakbildung ätzend auf die umgebende Vegetation wirkt. Aber die zugemischten Harnbestandtheile erklären die Erscheinung, und die bevorzugte Verzehrung der Gräser das Uebrige, nämlich das allmählige Verschwinden der letzteren und das Vorherrschen der sogenannten Gänsekräuter, des Gänseblümchens, des Gänsekrautes, kurz der Pflanzen, welche einen Anger charakterisiren.

Daß der Mist der Tauben werthvoller ist, weil wenig verdünnt und von dem Reste der besonders bevorzugten, stickstoffreichen Hülsenfrüchte herstammend, ist bekannt. Die Exkremente der Enten, Allesfresser des Wassers, sind eben so wechselnd wie jene der Schweine, Allesfresser des Festlandes; bei beiden ist der Grad der hier besonders leichten Luxusconsumtion entscheidend.

§. 7.

Guano.

Das größte Aufsehen hat schon seit H. Davy der Guano, der sogenannte Vogeldünger einiger Inseln und des Festlandes des östlichen tropischen Amerika, auch der entsprechenden Breiten Afrika's und, wie man neuerlich angibt, einiger Klippen am arabischen Golf gefunden.

Indessen ist der Stammbaum strittig geworden, und man behauptet, daß dieses interessante, alle der Vegetation besonders günstige Nährstoffe in der besten Zurichtung enthaltende Produkt von verwesten, unter dem Einfluß der Trockenmoderung so gewordenen Thierleibern (Seelöwen, Seehunden 2c.) herrühre.

Der Guano deutet auch nebenbei auf den Weg der Bereitung intensivsten Düngermaterials mittelst Mischung der festen und flüssigen Exkremente und Vorbereitung durch Trockenmoderung ohne Verlust zur geeignetsten Pflanzennahrung.

Die festen und flüssigen Auswürfe fleischfressender Thiere, die eingetrockneten Auswürfe der Pflanzenfresser müssen zu demselben Werth gebracht werden können.

Der ächte Guano ist begreiflich von der verschiedensten Zusammensetzung, was den klimatischen Einflüssen zunächst zuzuschreiben ist. Seine wesentlichen Bestandtheile sind Ammoniak (kohlensaures,

harnsaures, schwefelsaures, phosphorsaures, oxalsaures), Phosphate und Alkalien.

Nach Stöckhardt:

Stickstoff . . .	wechselnd von	0,4	12,56
Organische Stoffe .	„ „	6,8	59,1
Kalisalze	„ „	Spuren	2,9
Natronsalze . . .	„ „	0,5	4,0
Phosphorsaure Erden	„ „	9,5	60,0

Gyps, Kalk und Magnesia in Spuren.[1]

Man schätzt den Guano um so höher, je mehr er Ammoniak enthält, und begnügt sich, den Gehalt von Ammoniaksalzen und Phosphaten bloß anzugeben. Die höchsten Gehalte davon zeigen die peruanischen, in denen 17—18 Procent Ammoniak sich finden. Andersons frischer Guano, jüngste Ablagerung, ist wohl nicht Guano zu nennen.

§. 8.

Auswürfe der Menschen.

Endlich sind noch die Exkremente der Menschen näher zu würdigen.

Dieselben bestehen vorwaltend aus unverdauten und unverdaulichen Speiseresten. Von den ersteren ist es immer etwas Fett (in großer Menge bei übermäßiger Zufuhr und außer Verhältniß gegeben), dann sind es einige Stärkmehlreste, Muskelfasern, bei Fleischgenuß Knochenreste, Pflanzenzellen, welche die festen Theile der Exkremente ausmachen. Die Produkte der Gallenzersetzung aber, immer viel geringer, als die ganze Gallenabsonderung schließen ließe, trüben die Untersuchung nicht wenig, geben aber nach von uns selbst und anderen angestellten Versuchen vorzugsweise Farbe

[1] Per. Guano (nach Way) im Durchschnitt,

Wasser		13,09	Procent.
Organische Substanz und Ammoniaksalze . . .		52,61	„
Phosphorsaure Erden		24,12	„
Salze von Alkalien		8,78	„
Sand		1,54	„
Durchschnittlicher Ammoniakgehalt		17,41	„
In anderen Guanosorten wechselt der Ammoniakgehalt von	1,47	bis 21,10	„
Der Phosphorsäuregehalt von . . .	17,22	„ 56,46	„

und Geruch. Ueberdieß findet sich ein gerinnbarer, stickstoffhaltiger Körper.

Man sieht, daß sich von diesen Resten und den Ausscheidungen des rückbildenden Stoffwechsels auch der Werth der menschlichen Exkremente als Düngstoff beurtheilen läßt.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost und im gesunden Zustande in 24 Stunden 120—180 Gr. halbfester Massen, worin 30—45 Gr. trockener fester Materie sind, also etwa 25 Procent. Ihre Untersuchung führt vorerst weiter durch das Mikroskop, als die chemische Analyse. Berzelius fand darin 14 Procent Schleim, Gallenharz, Fett rc., 0,90 Procent Gallenstoff und 0,90 Procent Eiweiß nebst 2,70 Procent eigenthümlichen Extraktivstoffes.

Sie enthalten 15 Procent Asche, die sich durch 10 Theile phosphorsaure Kalk- und Talkerde und vorzüglich Kali-, auch Natrongehalt auszeichnet.

Der Stickstoffgehalt der Exkremente wird zu 3,4 Procent angesetzt. Sie enthalten alle Mineralbestandtheile der Pflanzen und die festen Exkremente sind recht eigentlich die Mehrer der Erdpflanzennahrung, wie der Harn die Grundbedingungen der atmosphärischen Pflanzennahrung im Ammoniak am reichlichsten enthält. Dieß ist jedoch nur bei Fleisch- oder Allesfressern gültig, bei Pflanzenfressern viel weniger.

Wegen der beim Menschen so außerordentlich häufigen freiwilligen oder gezwungenen Luxusconsumtion sind die Auswürfe desselben sehr hoch stehend in ihrem Düngerwerthe, und nur die rasche Wirkung derselben und die nicht passende Form wagen es oft, sich ihrer besten Benützung entgegenzustellen.

Den überflüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus auch durch die Nieren.

Ein erwachsener Mensch läßt durchschnittlich bei geregelter Diät 900—1450 Gr. Urin. Die Menge zugeführten Wassers, gehinderte Transpiration, wasserreiche Kost überhaupt ändern dieß Verhältniß sehr verschieden ab. Die feuerbeständigen Salze desselben wechseln von 9—17 Gr. Der Harn der Frauen enthält weniger Harnstoff und Salze als jener der Männer. Bei Genuß von Fleischspeisen mehrt sich der Harnstoff bedeutend, er steigt auf ein Plus von $^2/_5$ gegenüber dem Quantum bei gemischter Kost.

Ein gesunder Mann excernirt in 24 Stunden 22—36 Gr.

Harnstoff bei kräftiger gemischter Kost. Ein zehnmal schwereres Thier auch in der Regel zehnmal so viel Harnstoff, wenn es ähnlich dem Menschen sich nährt. Nach Frerichs kommen auf 100 Gr. Gewicht eines Thieres bei Fleischnahrung 5,94, bei vegetabilischer Kost 4,43, ohne alle Nahrung nur 1,02 Harnstoff. Der Harn der Gesunden und Erwachsenen hält 2,5—3,2 Procent Harnstoff. Ein 30 Gr. Harnstoff täglich ausscheidender Mann liefert bei der geringen Annahme von der Hälfte Stickstoff in 100 Theilen 15 Gramme Stickstoff, also in 1 Jahre 9 Pfunde, was als Düngmaterial benützt einem Werth von 4 fl. 30 kr. gleich käme. Werden die Phosphate und andere Harnsalze, insbesondere noch die stickstoffhaltende, freilich nur mit 1 Gr. per Tag zu veranschlagende Harnsäure, der Blasenschleim ꝛc. dazu gerechnet, so wird eine Schätzung von 6 fl. absoluten Düngerwerthes per Mann im Harn ein sehr mäßiger Ansatz seyn. Eine Kaserne mit 1000 Mann sollte also im Harn allein 6000 fl. per Jahr zu gut zu machen im Stande seyn, und mit den festen Exkrementen wenigstens noch 2000 fl., also 8000 fl., wenn auch der relative Werth (Ausgebot und Nachfrage) die Grundlage des Preises ist.

Nach Stöckhardt enthalten die Exkremente der Menschen in 1000 Theilen:

Bestandtheile.	Frische Exkremente.	Frischer Urin.
Feste Stoffe überhaupt . .	250	40
Darin Stickstoff	7	10
Mineralstoffe	16	11
Darin Alkalien	3½	2
Darin Erden (Kalk, Talk) .	5½	¼
Phosphorsäure	5½	1½
Kochsalz	⅛	7

Die getrockneten Exkremente der Menschen werden, mit verschiedenen pulverförmigen Körpern gemengt, als Poudrette in den Handel gebracht. In 100 Pfd. derselben können 3 Pfd. Stickstoff, 2½ Pfd. Phosphorsäure, 1½ Alkalien und 2½ Erden angenommen werden.

§. 9.

Thierische Abfälle.

Den thierischen Auswürfen reihen sich als Dungstoff die thierischen Abfälle an. Unter diesen sind zunächst Knochen, Fleisch, Blut, Hufe, Klauen und Hornspäne, Massen kleinerer oft schädlicher

Thiere (z. B. Maikäfer, Eintagsfliegen), Seethiere, darunter Abfälle der größeren Fischereien (Fischguano) u. dgl. zu verstehen.

§. 10.

Knochen, Blut, Fleisch, Horn — Urate und Poudrette.

Die Knochen bestehen fast zur Hälfte aus Erde und zur anderen Hälfte aus Knochenleim (Gallerte). Die Knochenerde besteht aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk und etwas Talkerde, von denen die Rede war. Der reine Knochenleim enthält in 100 Theilen seines Gewichts 18 Theile Stickstoff. Daß derselbe bei den weißgebrannten Knochen verschwunden, bei der Knochenkohle bereits sehr zersetzt und kaum mehr in Spuren vorhanden ist, sey erwähnt. In den frischen und gepulverten Knochen zersetzt sich der Knochenleim bei Einfluß von Luft und Feuchtigkeit bald und liefert dann im Ammoniak die bekannte Pflanzennahrung. Gekocht wird von den Knochen außer Fett auch etwas Leimsubstanz, aber nur bei sehr hoher Temperatur oder von jungen knorpeligen Knochen abgegeben, was unter Dampfdruck bis zur Aufschließung gehen kann. Mit Schwefelsäure aufgeschlossen, erleidet der Knochenleim wohl eine Veränderung, aber es ist über die Art derselben soviel wie nichts bekannt. Man weiß nur, daß der reine Knochenleim durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure unter Bildung von Leimzucker und Leucin zersetzt wird. Daß die Gerbsäure den Knochenleim unlöslich macht, dürfte beachtet werden, wenn neben Knochendüngung Vegetabilien mit starkem Gerbsäuregehalt auf den Acker kommen (z. B. Laubstreu).

Man nimmt im großen Durchschnitt in 100 Pfd. Knochen nur 3—4 Pfd. Stickstoff an, in Knochenkohle nur $^3/_4$—1 Procent.

Das Blut ist als die Quelle aller Neubildungen am reichsten an den Grundlagen zu pflanzennährenden Stoffen. Es enthält in den Blutkörperchen (Blutzellen) an 30 Procent stickstoffhaltige Substanz (Hämatin und Globulin), und in der Blutflüssigkeit über 8,2 Procent Fibrin und Albumin; überdieß Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kali und Natron in der Asche.

§. 11.

Oelkuchen und Malzkeime.

Zu den organischen Düngermitteln müssen auch Oelkuchen gezählt werden, obgleich sie zur Zeit nur selten mehr als solche, sondern vielmehr als Futterstoffe benützt werden.

Nach Tharandter Analysen enthalten:

1000 Pfund Repskörner			1000 Pfund Repsstroh,		
960	"	"	960	"	organische Stoffe,
360	"	"	—	"	darin Oel,
36	"	"	5	"	Stickstoff,
40	"	"	40	"	unorganische Stoffe,
10	"	"	10	"	darin Kali und Natron,
10	"	"	18	"	Kalk- und Talkerde,
18	"	"	4	"	Phosphorsäure,
1/2	"	"	4	"	Kieselerde.

Sowohl Stroh wie Körner sind somit reich an Pflanzennahrungsstoffen, begreiflich nicht minder zur Thiernahrung. Indessen kommen nur die ausgepreßten Kuchen zu dieser Verwendung, deren Gehalt an Stickstoff, Oel und Salzen nach Art der Oelgewinnung und der Samen selbst verschieden ist.

§. 12.

Streumaterialien.

Der Mist wird mit Zusatz formgebender Substanzen in seiner Güte bedeutend alterirt. Je nach der Möglichkeit rascher oder langsamer Zersetzung und den diese begleitenden Gährungserscheinungen, je nach der aufsaugenden Eigenschaft derselben, dann nach dem Gehalt pflanzennährender Stoffe werden Streumaterialien verschieden beurtheilt werden müssen.

Der Torf, zunächst die Abfälle desselben, der Torfmulen, der leichte Rasentorf, der bereits in Zersetzung begriffene Abraum der Torflager wird zur Einstreu empfohlen. Seine Eigenschaften sind schon früher erwähnt worden. Daß es dem Torf nicht an Kraft fehlt, düngende Flüssigkeiten, wie Urin, Jauche u. dgl. einzusaugen, ist bekannt, auch daß er mit Alkalien und ätzenden alkalischen Erden (Asche, Kalk, Ammoniak) zusammengebracht, sich rascher zersetzt und besondere Befähigung zur Fruchtbarkeit annimmt

Ein großer Reichthum von Humus (Moorboden) soll die Pflanzen befähigen, weit größere Mengen löslicher Salze im Boden ohne Nachtheil zu vertragen, Humus sey ein Regulator der Düngemittel (Stöckhardt), was näher zu erweisen wäre.

Nach Dr. Krutzsch ergibt sich folgende Grundlage zur Beurthei-

lung der chemischen Eigenschaften der Streumaterialien in 1000 Theilen:

	Roggen-stroh.	Abgefallenes Buchenlaub aus der Waldstreu.	Fichten-nadeln.	Kiefer-nadeln.	Heide-kraut.	Wald-moose.	Sumpf-moose.
Organ. Stoffe	970	930	930	970	970	960	960
Stickstoff . .	3—5	8	13,0	10,0	10,0	11,0	—
Alkalien . .	5,5	5,3	0,8	1,3	3,0	4,0	3,3
Kalk- u. Talkerde	3,5	18,5	10,2	7,0	7,0	6,0	4,0
Phosphorsäure	1,3	3,7	4,8	2,2	1,0	3,5	1,0
Kieselerde . .	18,0	26,6	40,0	2,0	12,0	10,0	24

Daß die Durchschnitte von Waldmoos und Sumpfmoos bei verschiedenen Arten, namentlich der das erste zusammensetzenden Moose, auch im Aschengehalt sehr wechseln, ist kaum zu erwähnen; diese Analysen gelten überhaupt nur als Exemplifikationen. Wir selbst fanden in Sphagnum acutifolium aus Mooren mit Kalkunterlage mehr als 50 Procent kohlensauren Kalk in der Asche, während sie bei Exemplaren, die vom Boden mit Kieselsand herrührten, fast völlig frei davon war.

Nicht der geringe Gehalt an pflanzennährenden Stoffen ist es, der die Streumaterialien für sich angewandt weniger wirksam erscheinen läßt, sondern die schwere Löslichkeit der Nährstoffe darin, die spärliche, weil sehr allmählige Befreiung derselben, um der Vegetation zu gut zu kommen.

Ihr weitaus größter Nutzen liegt in der Fähigkeit, die flüssigen Exkremente der Thiere, gerade die besten und am schnellsten wirkenden, zu absorbiren und als ihr bestes formgebendes Mittel zu dienen.

Nach von uns angestellten Versuchen lieferte eine Kuh im Durchschnitt täglich 17 Pfund Urin, der ohne Einstreu aus dem Stalle ablief. Mit Stroheinstreu lieferte sie nur mehr 5 Pfund im Durchschnitt.

Zugleich wird durch den flüssigen Dünger die Zersetzung von Streumaterialien in der bestbekannten Weise gefördert. Sie sind die besten formgebenden Stoffe im Mistrecepte vorerst, in zweiter Reihe kommt erst ihre chemische Wirkung, welcher auch in agronomischer Beziehung die physikalische vorgeht.

Das rationellste Streumaterial ist gewiß die Erde selbst, die Erdstreu. Woher sie hinreichend nehmen?

Die unversiegliche Quelle der Erdstreu ist das Feld selbst, falls es einen passenden Untergrund hat. Diesen hat es immer, nur allein Felsen und Kiesgerölle ausgenommen. Lehm, Thon, Sand, Torfmulen, Kalkboden, Mergel passen vollkommen. Eine Kuh brauchte bei 1 Kubikfuß Erdeeinstreu täglich bei vollkommener Stallfütterung im Jahre 365 Kubikfuß Erde im halbtrockenen Zustande, deren Gewicht zwischen 40—60 Pfund per Kubikfuß, also im Ganzen 146—219 Centner schwankt. Die Erdstreu beträgt so reichlich das Zehnfache des Gewichtes der für gewöhnlich angewandten Wald- oder Strohstreu, d. h. man hat also zehnmal mehr Gewicht in und aus dem Stall und auf das Feld zu schaffen. Braucht man 8 Pfund Waldstreu (wegen geringerer Einsaugefähigkeit) für ein Stück per Tag, so macht das per Jahr 29¼ Centner oder 1½ trockene Fuhren, die 1½—4½ fl. im Ankauf und auf den üblen Waldwegen leicht 3 fl. Fuhrlohn kosten. Das wären in höchster Annahme 7½ fl. Auslagen. Die Einfuhr von durchschnittlich 200 Centner Erde in zehn Fuhren würde aber, als Rückfracht beim Mistfahren und in kleinen Quantitäten mittelst Aufladens durch den Knecht selbst doch auf 10 fl. sich berechnen. Dasselbe würde beim Ausfahren des Mistes, der anstatt 182 Centner durchschnittlich für ein Stück (50 Pfund Mist täglich mit Waldstreu) nunmehr 82—102 Pfund täglich mit Erdstreu und sammt dem Urin sogar 102—122 Pfund, also per Jahr 372—445 Centner, somit das Doppelte bis Dreifache im Gewicht betragen würde, der Fall seyn. Der Urin muß indessen in guter Wirthschaft auch ausgefahren werden und wenn er ohne Einstreu weniger wiegt, so ist's eben, weil er verschwendet wird. Dann bleibt nur das Doppelte des früheren Gewichtes.

Es wird begreiflich bei Ein- und Ausfuhr Alles auf die Nähe oder Entfernung des zu beziehenden Streumaterials ankommen. Gesetzt aber, der Fuhrlohn betrage für eine Fuhr Mist von 20 Centnern bei einer gewissen durchschnittlichen Entfernung der Felder nebst Aufladen 1 fl., so werden 182 Centner Waldstreumist von einer Kuh 9 fl. auszufahren kosten, 360 Centner Erdstreumist von einem Rinde aber das Doppelte oder 18 fl.

Wird nun das Mehr von 9 fl. bei der Ausfuhr und von 2 fl. 30 kr. bei der Einfuhr für ein großes Rind, das täglich zwischen

20—22 Pfund Heuwerth als Futter und 7—8 Pfund Waldstreu oder einen Kubikfuß Erdstreu erhält, aufgewogen durch die anderweitigen Vortheile der Methode? Wir können uns mit Bloks Angabe, daß ja jeder Landwirth das Mehr von Dünger gern hinnehmen werde, ohne es in Rechnung zu ziehen, nicht zufrieden geben. Was kostet das Mehr und was trägt es ein? Elf Gulden für den Mist, den eine Kuh jährlich liefert, mehr bezahlen, das ist viel! namentlich erscheint es dem Thoren viel, der gar nicht weiß, was der Mist werth ist. Wenn aber ein Centner gewöhnlichen Waldstreumistes 10 kr. jetzt werth ist (Strohmist rechnet sich auf 15—16 kr. heraus), so sind jene 182 Centner Waldstreumist 30 fl. werth, was ist dann das Dreifache von Erdstreumist mit dem Urin, da der Urin allein eben so viel düngt, als die festen Auswürfe, werth?[1]

Da im Erddünger

1) weder bei Zersetzung der festen noch der flüssigen Auswürfe nährende Stoffe, insbesondere Ammoniak entweicht, da

2) das Gewicht des flüssigen Düngers durch Wasserzufluß (Regen, Schnee) nicht vermehrt wird, während Stoffe nicht weggeführt werden, weil er gar nicht als Flüssigkeit ins Freie gelangt, sondern ein Kubikfuß Erde reichlich den täglichen Urin eines Rindes einsaugt (sogar die Hälfte reicht schon hin);

3) weil durch Zusammenbringen der Alkalien und alkalische Erden enthaltenden Erdstreu mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der festen und flüssigen Auswürfe, insbesondere schon in der höheren Stalltemperatur die Salpeterbildung sehr früh eingeleitet, also der Mist gleichsam verdaulicher und rascher wirksam gemacht wird,

4) weil endlich alle thierischen Auswürfe durch ihn auf die beste und naturgemäßeste Weise aufgenommen werden, so ist ein Centner Erdstreudünger das Doppelte von einem Centner Waldstreudünger werth, d. h. jene 546 Centner Erddünger sind 60 fl. und nach Abzug der Mehrkosten durch Aus- und Einfuhr von 11 fl. 30 kr. (in höchster Annahme) noch immer 48 fl. 30 kr. werth.

[1] Blok, der die Erdstreu vor 22 Jahren zuerst empfahl, aber keine entsprechende Methode angab, berechnete die Handarbeit, um eine Fuhr Erde mit 25 Kubikfuß zu laden, zu fahren und abzuladen, auf 11 Pfennige, was offenbar viel zu wenig ist, wie denn überhaupt seine Berechnung sehr mangelhaft für unsere Zeit erscheint.

Umwandlung von Zellen in Spiralgefäße vor und die getrennte Verdickung selbst.

Aber der Inhalt der Zellen, nicht einmal ihre Wand selbst bleiben durch das ganze Leben der Pflanze sich gleich. Das Stärkmehl wird bei gewissen Vorgängen, wie schon erwähnt, Zucker oder Gummi, es wird wohl auch jene dickliche, gallertartige Masse, aus welcher im Frühjahre im Baste vorzugsweise die neuen Zellwände, die neuen Zellen, also auch der Zellstoff entstehen. Das Fett, das Oel, der Grünstoff u. A. verschwinden oder verändern sich, ja der Zellstoff selbst wird oft aufgelöst und umgewandelt, verschwindet, wie in dem keimenden Samen, den in Röhren umgewandelten Zellen, den Markhöhlen u. s. w. Dadurch werden begreiflich die Formen der Zellen wieder manchfach geändert.

§. 5.

Vereinigung der Zellen zu Organen.

Es gibt zwar einzellige Pflanzen, denen also die einzige Zelle, aus der sie bestehen, Wurzel, Blatt, Blüthe und Frucht, Oberhaut und Gefäß 2c., kurz — Alles ist. Sie ist statt aller Organe der höheren Pflanzen allein thätig! Dieses Einzelleben und Unabhängigseyn hängt auch der Pflanzenzelle noch immer an, wenn sie auch mit Milliarden anderer Einem Bildungszwecke, z. B. der Bildung einer Eiche, unterworfen ist. Die große Eiche nämlich entsteht ursprünglich nur aus einer Zelle und baut sich aus lauter Zellen auf, aber alle, die entstehen, müssen gewissen Zwecken gehorchen, hier Wurzeln, dort Stamm, Blätter, Blüthen, — da Oberhaut, dort Gefäßröhren, Mark, Bast, Splint u. s. w. bilden, und zwar alle gerade so, wie sie das Bildungsgesetz für eine gewisse Art Eiche schon im Keim des Samens vorschrieb. Die Zellen dieses Samens der Eichenart können plötzlich zu keiner anderen Eichenart auswachsen oder gar eine Fichte oder Weißrübe werden. Wenn aber die Keimzellen einer Eichenart mit den Blüthenstaubzellen einer anderen Eichenart in Verbindung kommen, dann können sie einen Baum aufbauen, der ihrem Stammbaum nicht mehr ganz ähnlich ist, sondern auch etwas von dem hat, dessen Blüthenstaubzellen dazu kamen. Er heißt dann ein Bastard.

Die Zellen vereinigen sich nur so, daß sie ein Gewebe bilden, Zellgewebe genannt, oder daß sie ganz mit einander verschmelzen

und Röhren bilden, Gefäße genannt. Das Zellgewebe ist sehr verschiedener Art, wie man leicht finden kann, wenn man Pflanzen durchschneidet, und die sehr feinen Schnittchen unterm Mikroskop untersucht. Gleich die äußerste Schichte des Pflanzengewebes, die Rinde und das darunter liegende junge Holz, sind von größter Wichtigkeit, weil ja die Pflanze von der Außenwelt leben muß, ohne daß sie den Ort verändern kann, und zwar aus dem Boden wie nicht minder aus der Luft. Die Rinde besteht aus Oberhaut, Saftschichte und Bast. Die Oberhaut besteht aus etwas vertrockneten Zellen an der Außenfläche, die auch etwas verdickt ist, oft blau bereift aussieht, wie bei den Zwetschgen, dem Kohl rc., was von wachsartigen Körnchen herrührt, und die sich farblos leicht von der darunter liegenden Saftschichte trennen und abziehen läßt. Sie verdickt sich oft, springt auf, wird rissig und bildet korkartige Schichten, wie auch den wirklichen Kork.

Ist sie noch jung und zart, so zeigt sie, insbesondere auf allen grünen Pflanzentheilen, zunächst auf der Unterseite der Blätter, eigene Spalten, welche mit halbmondförmigen Zellen umgeben sind. Diese Spalten führen ins Innere des Pflanzengewebes, in eigene kleine Höhlen, welche zwar überall auch von Zellwänden ausgekleidet sind, aber von sehr feinen und zarten, welche noch nicht wie die Oberhaut verdickt sind. Sie werden Spaltöffnungen genannt.

Fig. 38.

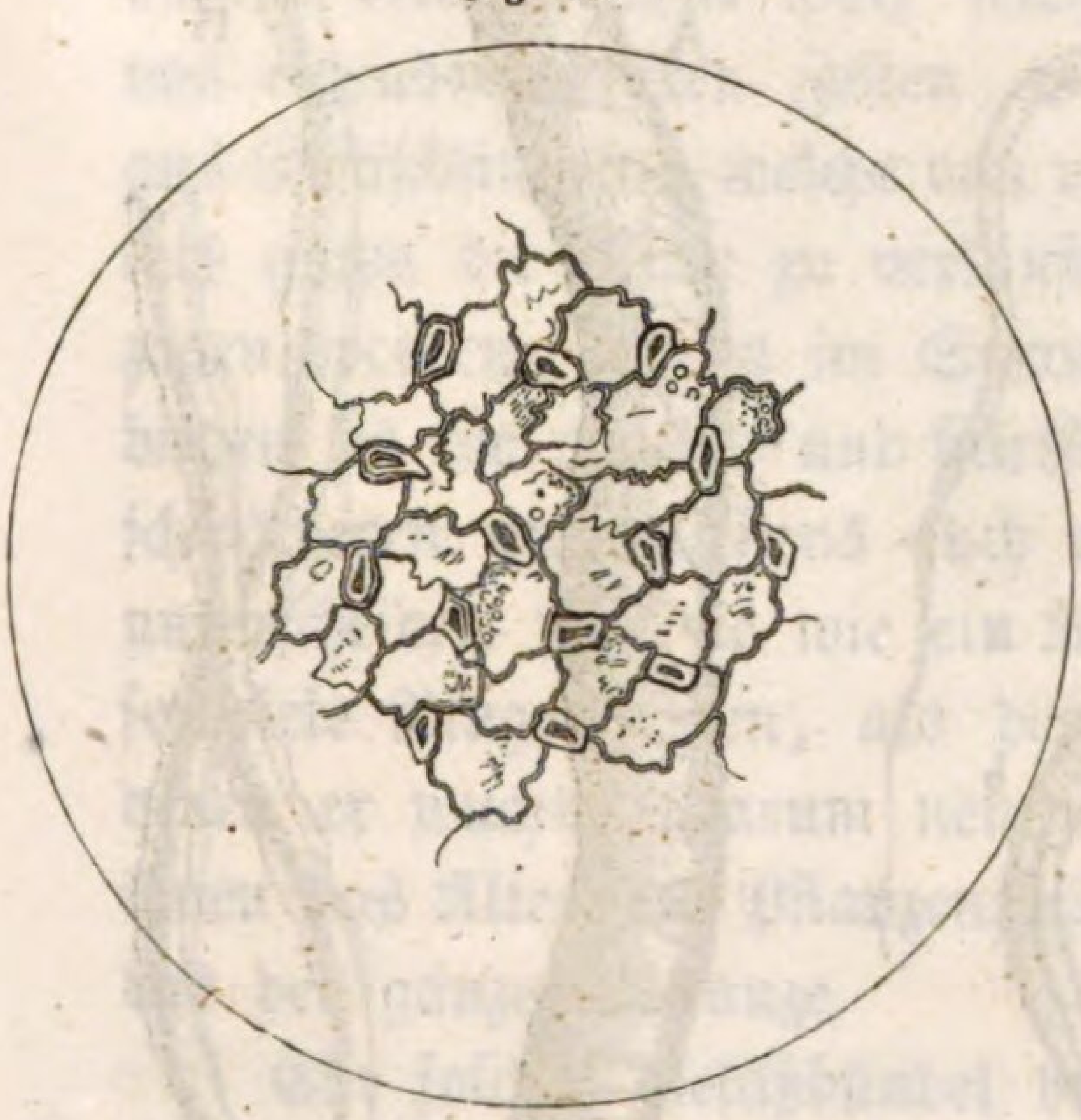


Fig. 39.

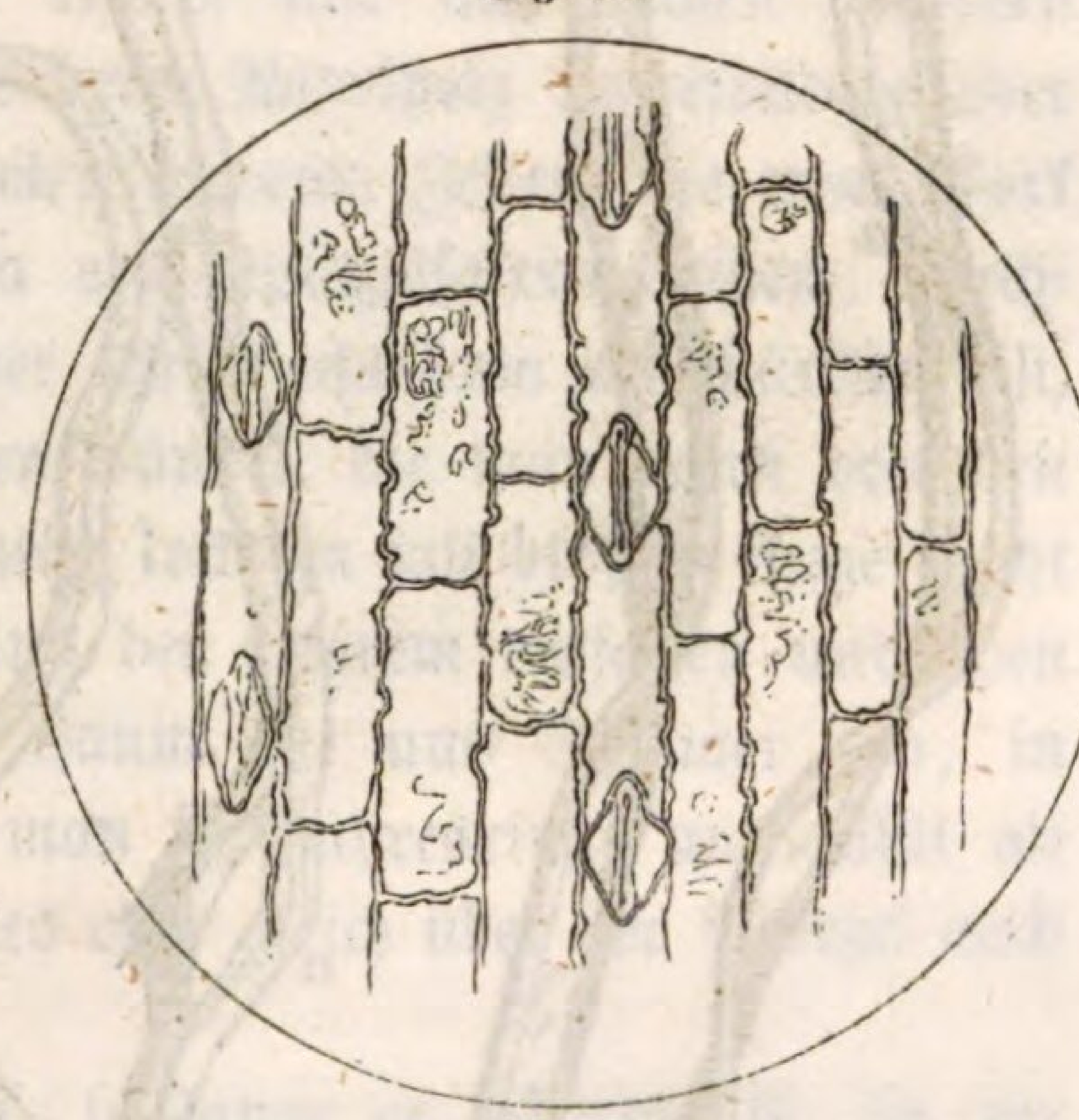


Fig. 38. Spaltöffnungen am Rothklee.
Fig. 39. Spaltöffnungen des Getreides.

Unter der Oberhaut liegt dasselbe Zellgewebe wieder, aber in der Regel saftreich und von verschiedener Gestalt der einzelnen Zellen. Man nennt dieses Füllgewebe (Parenchym). Zieht man die Rinde z. B. eines jungen einjährigen Eschenzweiges im Frühling ab, so sieht man die graue farblose Oberhaut, die sich abschaben läßt, von außen zuerst, dann gleich darunter das sammtartig schön grüne Füllgewebe, und dann den weißen Bast, der mit der Rinde zugleich weggezogen wird.

Dieser Bast besteht nicht minder aus Zellen, wie das Füllgewebe, aber sie sind hier viel länger, schlank, eng aneinander gelagert und schon mit viel mehr Stoffen ausgefüllt. Diese Bastzellen müssen eng mit einander verbunden, gleichsam verkittet, eben also „verwachsen" seyn, wenn der Bast halten soll. Man darf daher den Bast nicht so lange im Wasser faulen lassen, bis alle Zellen auseinander fallen oder gar brüchig werden; sondern nur bis das Füllgewebe darüber und das junge Holz darunter sich leicht vom Bast trennen lassen. Beim Lein verfault das erstere und das letztere bildet später die Brechagen.

Die Bastzellen sind im Haushalt und in der Landwirthschaft von größter Wichtigkeit, denn der Bast des Leins, des Hanfes, der Nessel und mancher ausländischer Gespinnstpflanzen gehört hieher.

Fig. 40.



Fig. 41.

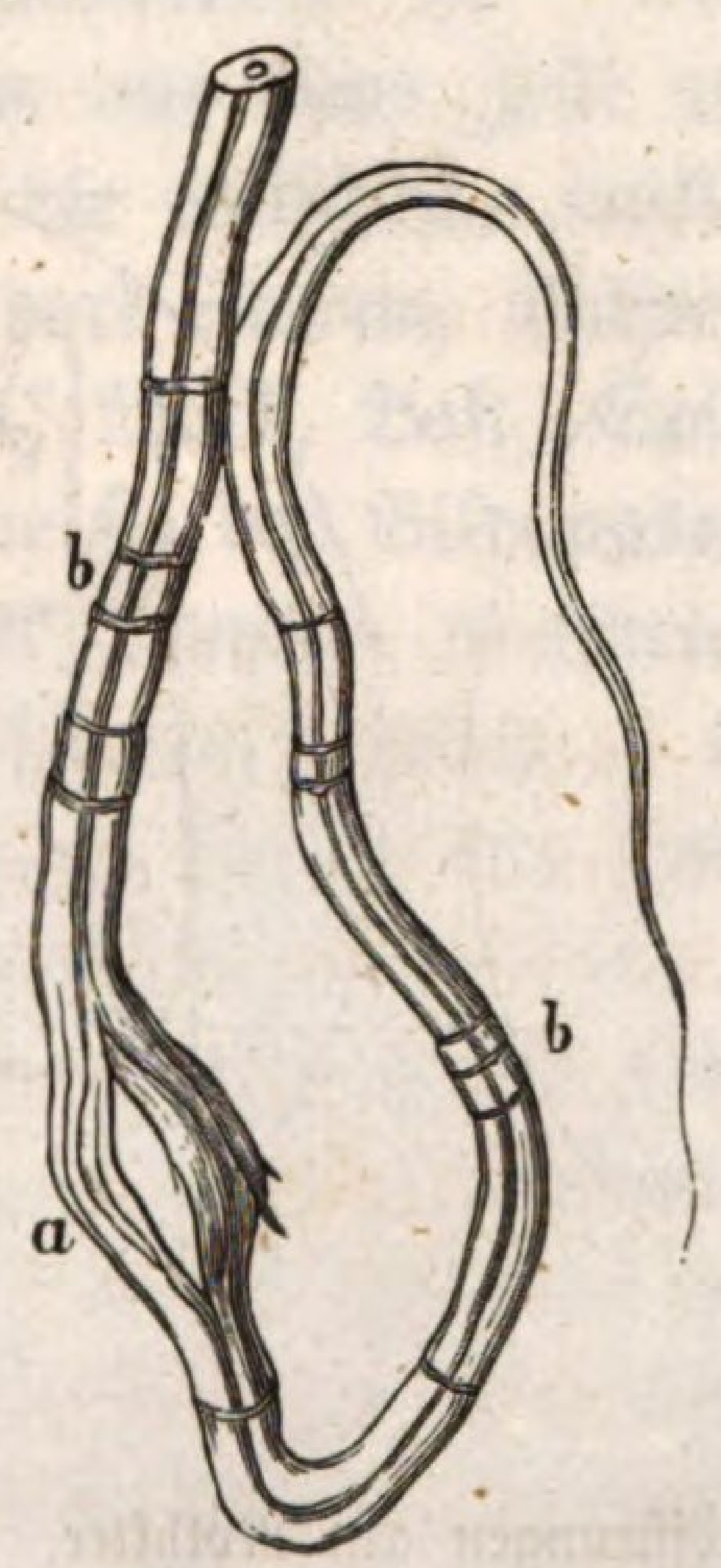
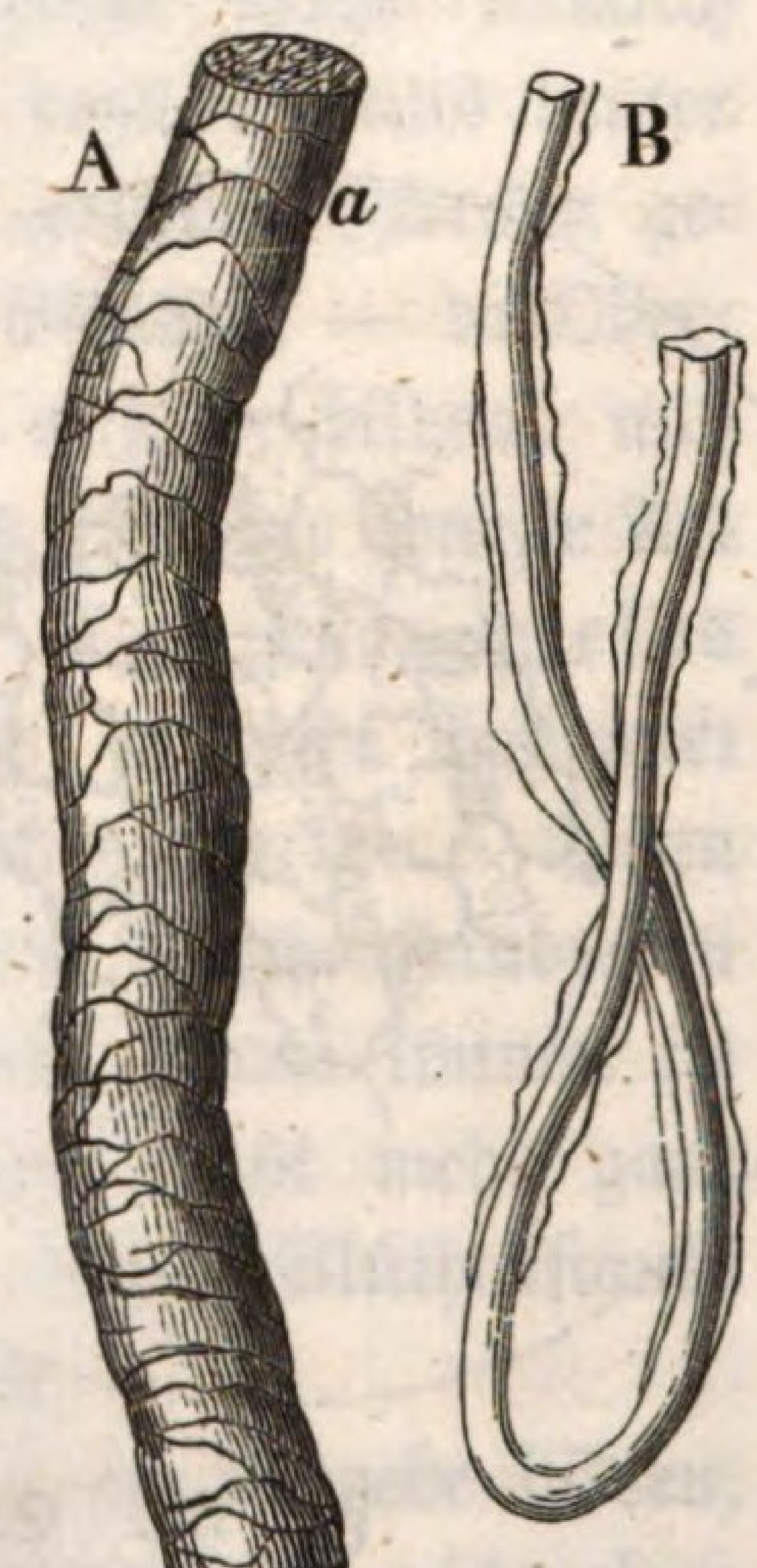


Fig. 42



Man unterscheidet mikroskopisch die Zellen, aus welchen Gespinnste bestehen, leicht, und kann dann unterscheiden, ob ein Gewebe z. B. mit Baumwolle vermischt sey oder nicht. Die Figur 40 zeigt die Zelle der Baumwolle, welche kein Bast, sondern nur Zellen der Haare sind, welche ihre Samen umgeben, dann auch ein Schafwollhaar (Fig. 42 A a), einen Seidenfaden (B) und wirkliche Bastzellen bei Fig. 41.

Als Neuseeländer Flachs kommt auch ein Gespinnst in den Handel, aber es besteht nicht aus Bastzellen allein, sondern ganzen Gefäßbündeln. Das führt uns wieder zurück auf das, was weiter auf den Bast folgt, indem ich gleich jetzt schon bemerke, daß diese Reihenfolge von außen nach innen nicht bei allen Pflanzen dieselbe ist, sondern nur bei jenen, welche beim Keimen zwei oder mehrere Samenlappen zeigen, wie eben die Esche oder Eiche, alle Holzarten bei uns. Anders ists bei jenen mit nur einem Samenlappen, wie bei den Palmen in den heißen Ländern oder den Gräsern und Lilienarten.

Auf den Bast folgt also das Holz, aber zuerst das junge, welches noch ziemlich weiß aussieht, z. B. an den Föhrenstämmen, von denen es von den Zimmerleuten, weil es eben zu weich ist und leichter fault, beim Bauholz weggehauen wird. Im Frühjahr beim Saftsteigen ist diese Schichte jungen Holzes noch ganz weich, sehr saftig und voll von jungen Zellen, die hier in der Regel Gefäßbündel bilden. Das Holz selbst besteht nur aus solchen Bündeln von eigens verdickten Zellen, wie beim Nadelholz insbesondere oder aus Gefäßbündeln, welche von vielen anderen Zellen, die vom Mark aus gegen die Rinde zu verlaufen und Spiegelfasern heißen, durchzogen werden. Wenn im Sommer ihr Wachsthum am stärksten ist, bilden sie die meisten und stärksten Bündel, die man dann von den schwächeren und meistens auch mehr lockeren mit bloßem Auge leicht unterscheidet, weil sie wie ein Ring den Stamm einfassen und eben so viele Ringe bilden, als der Baum bei uns Sommer sah, in denen er wuchs. Darum nennt man sie Jahresringe und zählt an ihnen das Alter des Pflanzentheiles oder gleich über der Wurzel auch das der ganzen Pflanze.

Ein solcher Gefäßbündel hat, so lange er lebendig ist, in der Regel mehrere Formen von Zellen, nämlich langgestreckte Bastzellen, dann eigentliche Röhren oder Gefäße mit verschiedener Ausfüllung

und Verdickung, darnach man denn wieder Spiralgefäße, Ringgefäße, getüpfelte Gefäße, luftführende Gefäße oder solche, die eigene Säfte führen (z. B. Milchsäfte, Harz, Oel, Gifte u. s. w.) unterscheidet.

Bei den Nadelhölzern sind eigentlich nur Zellen zu Bündeln vereinigt, die überdieß eigens getüpfelt sind, so daß man das Holz derselben von anderem unterm Mikroskop leicht unterscheiden kann.

Bei den einsamlappigen Pflanzen liegen die Gefäßbündel nicht hart neben einander und beisammen, sondern zerstreut durch das große Mark des Stengels und vereinzelt. Bei den Gräsern mit hohlem Stengel oder Halm und Rohr liegen sie ziemlich eng als langgestreckte Zellen außen herum, wenn aber der Stengel mit Mark erfüllt ist, wie der Maisstengel, auch zerstreut in diesem Marke. So bei den größten der Bäume, den Palmen, bei vielen lilienartigen Pflanzen und anderen, wo Gefäße und Mark auch im höheren Alter öfters wieder verschwinden.

Diese einsamlappigen Pflanzen wachsen nicht durch Zulage von neuen Gefäßbündeln rings herum in Form von Jahresringen, wie die zweisamlappigen, sondern vorzugsweise nur an den Enden. Der Grashalm wird immer länger obgleich nicht dicker mit dem Alter, die Palme ist oben und unten gleich dick, der Zwiebelstengel ists gleichfalls. Sie heißen auch Umsprosser, während die zweisamlappigen, die rings herum und am Ende zugleich wachsen, Endumsprosser heißen. Diese haben dann einen kegelförmigen Stamm, der unten dicker als oben ist. Er hat aber unten auch mehr Jahresringe, wie alle unsere Waldbäume.

B. Die Pflanzennahrung.

a) Erdnahrung.

§. 1.

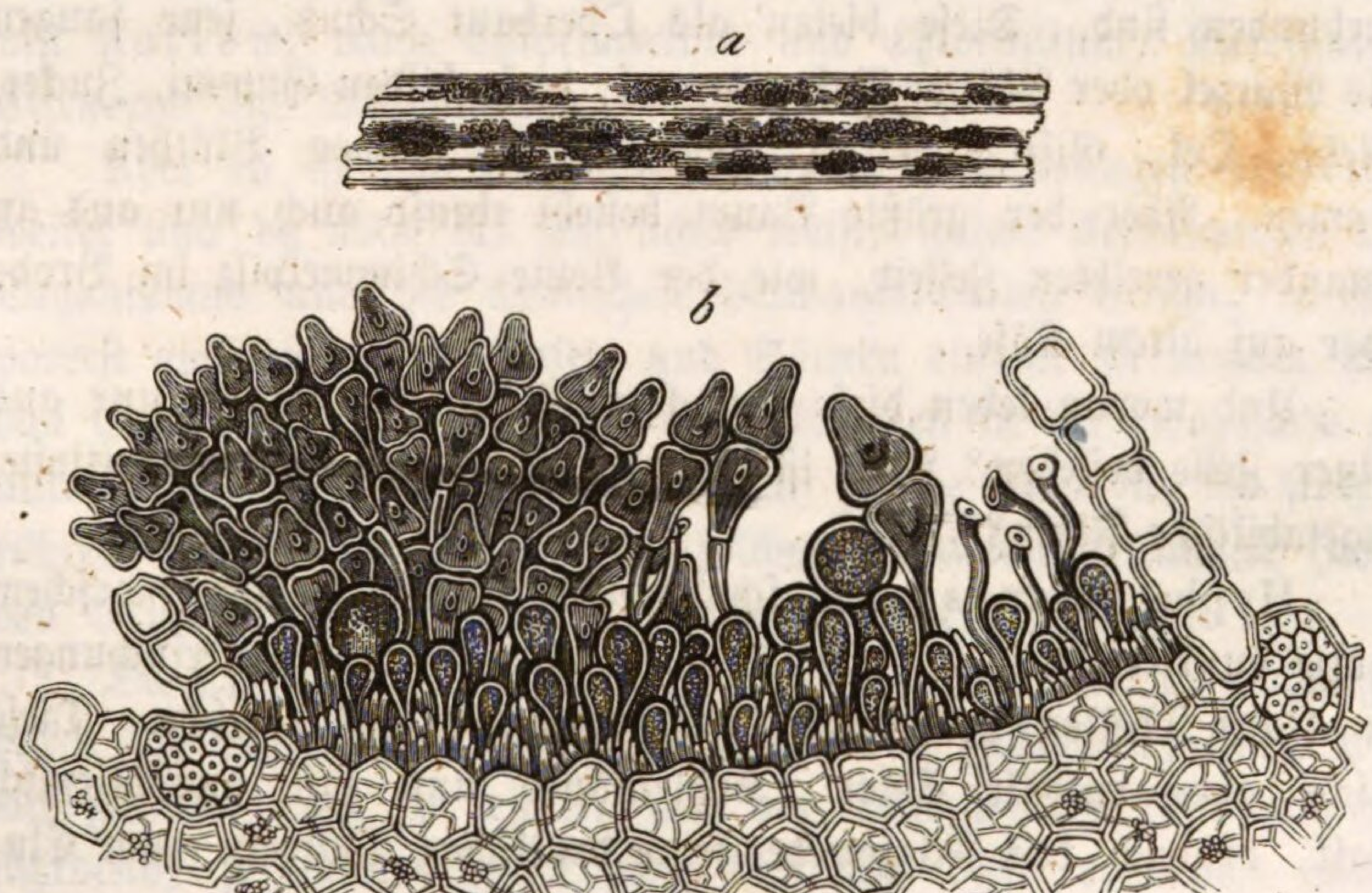
Mineralstoffe.

Auch das reinste Wasser, steht es mit der Luft nur zeitweise verbunden, trübt sich nach einiger Zeit und läßt einen grünen Anflug an der dem Lichte zugekehrten Seite entstehen, derselbe Anflug

entsteht sehr oft auf verwesenden Pflanzentheilen, an allen Orten, die immer feucht sind, am unteren Ende der Baumstämme, an den Fenstern von Kellern, Gewölben, Stallungen, dieser Anflug besteht aus Kugeln, die grüne Kerne haben und die man Zellen nennt. Sie gehören zu den einzelligen Pflanzen und spielen für die Verwesung des Zellstoffes eine ähnliche Rolle, wie die Hefenpilze für zuckerhaltige Flüssigkeiten, wie der Milchpilz (Rahmalge) für die Milchgährung.

Sie begleiten diese Zersetzungen, fördern sie selbst, aber verursachen sie nicht. Auf der Oberhaut der Getreidehalme, auf den Blüthentheilen derselben, auf der Oberhaut unzähliger Rinden- und Blatttheile von den mannigfaltigen Pflanzen bilden sich Haufen von roth, schwarz oder braun gefärbten Kügelchen. Sie heißen Staubpilze, bestehen oft nur aus Einer Kugel oder Zelle mit Unterlage und bilden auch unter anderm den Rost und Brand unseres Getreides, der unterm Mikroskop wie in Fig. 43 b aussieht.

Fig. 43.



Ueber die eben vom Schnee befreiten Saaten zieht sich im Frühlinge ein spinngewebartiges, schimmerndes Geflechte vor unendlich vielen verderblichen Fäden eines Schimmelpilzes, die lanosa der Botaniker, in den destillirten und wohlriechenden Wassern der

Apotheke wie in den salzigen und giftigen Lösungen derselben, in der Dinte wie im Essig wachsen schlanke Fäden, zellige Massen, Pflanzenformen mit nur einzelnen oder wenigen Zellen. Kerne in ihnen bilden die Brut, aus ihnen entstehen neue Zellen. Zellenfaden dringen selbst in andere Zellengebilde höherer Ordnung ein, durchbohren Zellenwände bald mit, bald ohne Folge der Zerstörung. In abgestorbenen oder kranken Pflanzengebilden wuchern solche Zellenfäden, die selbstständige Pflanzen sind, am leichtesten und man hat sie daher oft als die Ursache von Pflanzenkrankheiten angesehen, was sie auch oft sind (Traubenkrankheit), oft auch nicht (Kartoffelkrankheit), aber immer stehen sie nahe mit den Ursachen solcher Erscheinungen in Verbindung.

Es gibt also sehr zahlreiche Pflanzenfamilien, deren Glieder nur aus einer Zelle bestehen, die sogar oft in Familie sich bewegen können (Oscillatorien), es gibt zahlreiche Familien und Pflanzen, die nur aus einfach an einander gereihten Zellen bestehen und endlich gibt es die meisten, die aus Zellengruppen bestehen, welche wieder zu besonderen Zwecken in Einer Pflanze vertheilt und verbunden sind. Diese bieten als Oberhaut Schutz, jene saugen als Wurzel oder Blätter Nahrung auf, diese bilden Gummi, Zucker, Mehl, Oel, Gift u. s. w., jene endlich machen Blüthen und Samen. Aber der größte Baum besteht ebenso auch nur aus an einander gereihten Zellen, wie der kleine Schimmelpilz im Brode oder auf altem Käse.

Und wovon leben diese einfachsten Pflanzen, die oft nur aus Einer Zelle bestehen? Was ist Pflanzennahrung für die primitivste, vegetabilische Form?

Hypha muralis, ein schuhbreiter Fadenpilz auf morschem Holze dunkler Keller und Gewölbe gibt nach unseren Untersuchungen in 1000 Theilen vollkommen lufttrocken 90 Theile Asche. Diese Asche aber enthält Chlor, Kohlensäure und fast ausschließlich Kalk, obgleich das Filzgewebe keine deutlichen Wurzeln zum Einsaugen zeigt.

Protococcus pluvialis, eine nur aus einfachen Zellen bestehende Pflanze, gab vollkommen lufttrocken in 1000 Gewichtstheilen 330 Gewichtstheile Asche, also den dritten Theil fast, während die Hypha kaum $^1/_{10}$ lieferte.

Woraus die Asche der höheren, vollkommen entwickelten Pflanzen

und namentlich jene der Kulturpflanzen besteht, ist aus sehr zahlreichen Analysen neuerlich bestens bekannt. Gewiß ist also, daß alle Pflanzen beim Verbrennen oder Verwesen (und auch dieses ist ein Verbrennen) Asche geben.

Diese Asche besteht, wie schon oben angedeutet, vorzüglich aus zwei Alkalien (Kali und Natron), aus zwei alkalischen Erden (Kalk und Magnesia oder Talkerde), aus zwei Metallen (Eisen und Manganoxyd); dann diesen Basen gegenüber aus vier Säuren, nämlich Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure. Diese Säuren bilden mit jenen sechs Basen Salze in den Pflanzen; noch eine Säure, die Kieselsäure, ist wohl zumeist frei in den Pflanzen abgelagert, wenn sie auch gelöst in sie eingehen muß.

Die nächste Möglichkeit spricht dafür, daß zu folgenden Salzen jene Basen und Säuren werden verbunden seyn:

Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kalk; Kohlensäure und Phosphorsäure mit Magnesia; Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kali; Kohlensäure und Schwefelsäure mit Natron; dann Chlornatrium und Chlorkalium, Kieselsäure, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Aber es ist die Möglichkeit anderer Verbindungen noch viel weiter und da man bis jetzt sicher weiß, welche Aenderungen der Organismus und die chemischen Verwandtschaften bringt, so ist's vorerst am besten, die Basen und Säuren einzeln zu nennen und das Gruppiren zu vermutheten Salzbildungen in der Hauptsache zu unterlassen, weil es möglicherweise auf falsche Wege für die Praxis führen kann, obgleich wir zu solchen Zusammenstellungen (nach den Grundsätzen der Affinität) vollkommen berechtigt sind.

Die Erdnahrung geht, befreit von der Krume, der sie anhängt, durch die organischen Zellwände gegen den Zellinhalt, und, wie wir glauben, um so leichter und am wenigsten die Pflanzen gefährdend, je dünner die Lösung ist. Wie diese vollbracht wird, was namentlich die Löslichkeit vieler Erdsalze (Phosphate, Silikate, Kalk- und Magnesiasalze 2c.) betrifft, so ist darüber oben weitläufig gehandelt worden. Wir wissen, daß insbesondere unter Beihülfe freier Kohlensäure und kohlensauren Ammoniaks, dann des Kochsalzes, des Salmiaks und des schwefelsauren Ammoniaks im Wasser die lösende Kraft des letzteren außerordentlich vermehrt wird.

Schwefelsaures Ammoniak macht nach Liebig den phosphorsauren Kalk so leicht löslich im Wasser, wie Gyps. Lösliches, kieselsaures Kali oder Natron, mit Kohlensäure zersetzt, läßt bis zu einem gewissen Grade dennoch die Kieselsäure nicht mehr ausfallen, sie bleibt gelöst, also diffussibel in der Flüssigkeit.

Wenn jährlich von einem Tagwerk 60 Pfund Mineralstoffe dem Boden durch die Ernte entzogen werden, die Entziehung vorher aber nur mittelst Lösung im Meteorwasser und Wasserdunst geschehen konnte, so waren jene 60 Pfund in 4 Millionen Pfund Wasser gelöst, also in 66,000 Pfund Wasser 1 Pfund Mineralsubstanz, weil die Pflanzen so viel Wasser in ihrer Vegetationszeit verdunstet hatten. Es kommt jedoch wohl noch in Frage, ob nicht sehr viel aus der Atmosphäre aufgenommener, an Mineralsubstanzen viel ärmerer Wasserdunst von den Blättern aufgenommen und ausgeschieden wird, so daß die Verdichtung der Bodennahrung doch eine größere ist. Wenn ein Tagwerk Landes jährlich 60 Pfund der passenden Mineralsubstanzen frei zu machen im Stande ist, so muß er, sollte man glauben, bei entsprechender Witterung und hinlänglichen Kohlen- und Stickstoffquellen ohne weitere Zugabe an Düngung jährlich die jenen Mineralsubstanzen entsprechende Ernte zu liefern im Stande seyn. Aber in Wahrheit brauchen die gebauten Pflanzen einen Ueberfluß an solcher Nahrung. Die Mineralsubstanzen, welche im Durchschnitt in den Pflanzenaschen gefunden werden, verhalten sich bei der Durchdringung verschieden, es ist noch schwerer zu sagen, wie bei der Ernährung.

In die Pflanzen geht Kali häufiger und mit Vorliebe vor dem Natron ein. Selbst die sonst am Strande wachsenden Natronpflanzen wandeln sich im Binnenlande in Kalipflanzen um. Aber auch Kali läßt sich, doch ohne gleichen Erfolg, durch Natron ersetzen. Wie dieses das vorzüglichste Alkali der Thierwelt, so ist's jenes der Pflanzenwelt. Die Rüben und Knollen werden ihres Reichthums an Alkalien wegen gerne Kalipflanzen genannt. Man nimmt mit Unrecht an, daß Alkalien und Erden auch das Gerüste der Pflanzen, d. h. wohl die Zellenkrustationen bilden helfen und deren Mehrung eine Pflanze fester, beziehungsweise stärker, den störenden Witterungseinflüssen leichter widerstehend machen könnten.

Wolff, der ein musterhaftes Kapitel über diese Aschenbestand-

theile der Pflanzen in seiner Naturwissenschaft des Ackerbaues schrieb, classificirt viele Kulturpflanzen nach dem Alkaligehalt (Kali und Natron) der Aschen, wie folgt:

	Procent.		Procent.
Getreidearten, Stroh .	20	Rüben	50
„ Körner .	30	„ Blätter . . .	40
Hülsenfrüchte, Stroh .	30	Weißkraut	50
„ Körner .	45	Beerenfrüchte	65
Futtergewächse, Klee .	35	Mehlreiche Früchte . .	50 (?)
Oelfrüchte, Stroh . .	40	Kleine Samen der Laub-hölzer	30
„ Körner . .	25		
Knollen	60	Kleine Samen der Nadel-hölzer	20
„ Blätter . . .	25		

Die alkalischen Erden diffundiren in gewissen Verbindungen nicht minder gegen den Zellinhalt. So der Kalk, der sich insbesondere in älteren Pflanzentheilen, dem Holze, der Rinde, auch den Blättern der Bäume oft in großen Procenten ihres Aschengehaltes findet (70 Procent in der Rinde), ärmer sind daran Wurzeln und Knollen und noch ärmer die Gräser (Cerealien). Die Kieselsäure scheint hier in ihrer beliebten Verbindung mit organischer Substanz das Normale zu seyn, und wenn zum Theil die Kalkerde sie ersetzen soll, so geschieht dieß mit merklicher Verschlechterung der Pflanzen als Futterstoffe. Dieß zeigt ein Vergleich zwischen denselben Gräsern auf kalkreichem und kieselreichem Boden gewachsen. Die Magnesiasalze begleiten jene des Kalkes gewöhnlich. Eine besondere Bedeutung scheinen sie nur in den Samen, zunächst der Cerealien zu haben, da sie hier constant vorkommen (10—12 Procent) und als Mittel, den Kalk zu ersetzen.

Der Magnesia entgegengesetzt scheint sich Chlor zu verhalten, das zwar überall in den Pflanzen gefunden wird, aber nur in geringer Menge und vorzüglich in den jüngeren und saftigen Pflanzentheilen, in geringster Menge in den Samen.

Der Schwefel ist wesentlich für die Proteinstoffe der Pflanzen (Eiweiß, Legumin), obgleich er in schwefelsauren Salzen nicht minder in den Pflanzen vorkommt; diese scheinen sich den Chloralkalien ähnlich zu verhalten. Im nicht oxydirten Zustande ist er offenbar in den Samenkörnern, vorzüglich dem Senf, Rübsamen, Leindotter 2c

Allylsulphür), schwächer schon in den Samen der Hülsen und am schwächsten in den Cerealien.

Eine größere Rolle spielt die Phosphorsäure, welche in allen Cerealiensamen in fast gleich großer Menge zu fast 50 Procent enthalten ist, in Hülsenfrüchten zu 40 Procent, in den Oelfrüchten zu 45 Procent; Stroh, Blätter, Wurzeln und Knollen sind ärmer daran (4—10 Procent). Eine Pflanze, die nur immer einen Samen erzeugte, brauchte keine Phosphate im Boden, da sie das nöthige Quantum in diesem immer vorräthig hätte.

Die Phosphorsäure zeigt mehr wie eine andere Verbindung eine besondere Bedeutung bezüglich der organischen, hier zunächst stickstoffhaltigen Substanz. Ohne sie ist eine Samenbildung in bisher genau beobachteten Fällen nicht möglich. Sie ist im Samen an Kali, an Magnesia, in anderen Theilen auch an Kalk gebunden und der jährliche Entgang derselben aus dem Boden mittelst der Ernten wird auf 25 Kilogramme durchschnittlich per Hektare geschätzt. Bei einer gewöhnlichen Mistdüngung, die 30 Procent Asche und darin 5 Procent Phosphorsäure enthält, wird dieser Verlust aber reichlich wieder gedeckt, von dem neuerlich nachgewiesenen Vorhandenseyn phosphorsaurer Verbindungen in fast allen Böden, wenn auch in nur geringer Menge, gar nicht zu reden. Doch ist es zur Zeit noch unmöglich, ein bestimmtes nothwendiges Verhältniß zwischen Phosphorsäure und stickstoffhaltigen Bestandtheilen festzusetzen, so gewiß ein Verhältniß auch überhaupt besteht. (Siehe Tabelle im Anhang.)

Für einige Pflanzenfamilien ist die Kieselsäure von hervorragender Bedeutung, so für die Gräser, also für Cerealien, die in ihren Halmen beim Wintergetreide z. B. 70 Procent der Asche an Kieselsäure enthalten. Die Aschenfreunde nehmen 60 Procent als durchschnittlichen Gehalt der Strohaschen an Kieselsäure an. Andere Pflanzen enthalten in allen ihren Theilen noch mehr Kieselsäure, so z. B. die Schachtelhalme, deren Asche oft 90 Procent davon enthält, so die weiche und zarte Vaucheria polymorpha, die mehr als $^2/_3$ davon in ihrer Asche bietet. Auch die rauhen Blätter des Hopfen halten 12 Procent in der Asche und die Tabaksblätter, milder anzufühlen. Die Kieselsäure scheint eine ausgebreitetere Bedeutung zu haben, als die Aschenanalytiker annehmen.

Eisenoxyd ist ein ständiger Begleiter der Pflanzenaschen, aber in nur geringer Menge. Ist's mehr, so fehlt auch sein Begleiter, das Mangan, kaum.

Die Thonerde fand man so selten, daß man sie schon aus den Mineralbestandtheilen der Pflanzen überhaupt zu streichen begann, als in mehreren Lycopodien bedeutende Mengen davon gefunden wurden.

Wir geben noch beifolgende Tabelle nach Fresenius.

Zur Lehre von der Erschöpfung des Bodens (nach Fresenius).

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen							Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Weizen im	Korn	8,71	3,32	1,03	4,41	18,32	2,34	0,22	—	316,8	768,5
	Stroh	23.84	—	11,90	—	1,99	18,24	129,13	5,77	69,7	989,7
	Ganzen	32,55	3,32	12,93	4,41	20,31	20,58	129,35	5,77	386,5	1758,2
Roggen im	Korn	6,14	1,88	1,06	2,72	11,84	1,58	0,42	—	197,1	871,2
	Stroh	15,26	—	8,03	2,13	3,38	6,12	57,21	0,73	46,0	1122,4
	Ganzen	21,39	1,88	9,09	4,85	15,22	7,70	57,63	0,73	243,1	1993,6
Gerste im	Korn	13,29	4,28	2,60	6,85	30,39	2,75	24,68	0,38	315,53	1341,1
	Stroh	55,64	2,10	19,04	8,91	8,08	31,02	116,21	23,51	81,40	2385,0
	Ganzen	68,93	6,38	21,64	15,76	38,47	33,77	140,89	23,89	396,93	3726,1
Haber im	Korn	8,36	—	1,59	5,24	10,07	3,95	31,98	0,35	242,9	991,2
	Stroh	13,39	14,66	8,01	5,03	2,13	16,42	59,58	2,74	54,7	683,7
	Ganzen	21,75	14,66	9,60	10,27	12,20	20,37	91,56	3,09	297,6	1674,9
Mais im	Korn	5,80	5,80	0,48	6,37	18,74	?	0,29	—	386,0	?
	Stroh	22,51	61,56	19,77	15,53	39,94	1,64	63,10	8,00	?	?
	Ganzen	28,31	67,36	20,25	21,90	58,68	...	63,39	8,00	....	....
Hirse im	Samen	7,27	0,99	0,65	5,81	13,81	0,26	45,28	1,08	?	?
	Stroh	24,83	2,77	23,47	14,74	1,20	31,04	87,30	2,15	?	?
	Ganzen	32,10	3,76	24,12	20,55	15,01	31,30	132,58	3,23	....	....

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Buchweiz. i.	Samen	2,89	6,64	2,20	3,43	16,53	0,72	0,22	—	128,7	778,6
	Stroh	6,63	—	14,06	25,81	5,76	4.33	2,79	3,13	?	?
	Ganzen	9,52	6,64	16,26	29,24	22,29	5,05	3,01	3,13	....	...
Erbsen im	Samen	10,13	2,02	1,49	2,38	9,36	3,03	0,14	0,60	258,8	553,0
	Stroh	14,40	7,20	55,87	10,65	12,38	14,13	22,32	8,06	376,5	659,2
	Ganzen	24,53	9,22	57,36	13,03	21,74	17,16	22,46	8,66	635,3	1212,2
Linsen im	Samen	10,56	2,90	1,92	0,75	11,02	3,13	0,40	2,31	340,0	635,9
	Stroh	12.38	—	60,14	3,50	14,15	1,16	20,22	2,42	?	?
	Ganzen	22,94	2,90	62,06	4,25	25,17	4,29	20,62	4,73	. .	. . .
Feldbohn. i.	Samen	24,27	7,44	4,20	5,81	27,44	3,14	0,82	0.94	494,2	1028,68
	Stroh	9,48	8,23	22,53	4,41	7,48	8,57	7,00	0,24	?	?
	Ganzen	33,75	15,67	26.73	10,22	34,92	11,71	7,82	1,18	. . .	. . .
Wicken im	Samen	9,29	3,00	1,45	2,58	11,57	1,25	0,61	0,60	?	?
	Stroh	46,12	—	49,82	8,25	7,13	3,11	11,25	3.47	?	?
	Ganzen	55,41	3,00	51,27	10,83	18,70	4,36	11,86	4,07	. . .	. .
Runkelrüb.	Rüben	111,30	4,27	19,95	12,54	17,13	7,50	22,82	24,25	612,0	4446,0
	Kraut	34,12	15,88	14,10	5,07	4,20	7,50	2,58	10,62	?	?
	i. Ganz.	145,42	20,15	34,05	17,61	21,33	15,00	25,40	34,87	....	....

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
W. Rüben	Rüben	112,20	3,57	35,70	12,75	33,15	42 48	12,75	12,75	555,0	354,0
	Kraut	21,14	1,50	18,27	5,32	1,13	10,29	4,40	2,33	?	?
	i. Ganz.	133,34	5,07	53,97	18,07	34,28	52,77	17,15	15,08	. . .	. . . .
Kartoffeln	Knollen	100,44	—	6,51	17,11	27,90	13,78	11,16	10,78	524,9	3996,0
	Kraut	2,26	1,13	32,48	5,38	6,45	4.74	33,68	2 57	90,4	?
	i. Ganz.	102,70	1,13	38,99	22,49	34,35	18,52	44,84	13,35	615,3	. . . .
Reps im	Samen	19,02	1,39	11,48	9,84	36,08	24,11	0,65	0,08	?	?
	Stroh	31,51	10,31	43.93	5,73	14,32	21,96	2,86	55,39	?	?
	i. Ganz.	50,53	11,70	55,41	15,57	50,40	46,07	3,51	55,47	. . . .	. . . .
Hanf, ganze Pflanze		9,72	0,56	46,98	5,67	5,67	1,38	8,91	1,62	. . . .	. . . .
Flachs, „ „		24,28	11,02	24,32	14,50	17,66	13,00	82,40	12,80	. . . .	. . . .
Tabak, Blätter und Stengel		60,76	1,14	92,82	29,04	10,92	10,37	28,71	23,53	. . . .	. . . .
Rother Klee		144,00	119,23	158,40	47,80	36,28	18,36	28,80	34,56	926,0	5637
Wiesengras		64,42	0,30	53,23	21,29	16,07	18,20	93,77	12,80	401,0	3606

b) Luftnahrung.

§. 2.

Luftbestandtheile.

Wenn eine Pflanze altert, so werden in ihr allmählig die verdickten Zellen und Gefäße häufiger, ihr Gewebe straffer, weil im Verhältniß zum flüssigen Inhalt reicher an festem, schwerer oder gar nicht löslichem. Die Pflanze scheidet nur Gas und dunstförmige, auch flüssige Stoffe regelmäßig aus, niemals feste als solche in der Regel.

Die straff und hart gewordene Pflanze entfärbt sich endlich, wird gelb oder roth, dann braun und grauweiß, und stirbt. Sie verfällt den Gesetzen des Stoffwechsels des Unorganischen und nach ihrem Verwesungsprocesse oder ihrer Humusbildung bleibt Asche zurück. Auch die Pflanze wird zu Staub und Asche, sie lebt ja vorzugsweise davon.

Aber diese Asche ist viel leichter, als vordem die Pflanze war, sie ist oft nur der hundertste Theil des früheren Gesammtgewichtes. Wohin ist der Rest gekommen? Wenn dieselbe Pflanze, anstatt zu verwesen, d. h. langsam zu verbrennen, in einem festschließenden Apparate allmählig erhitzt und verbrannt wird, so wie man im allgemeinen „Verbrennen" versteht, so bleiben außer der Asche noch allerlei Produkte zwar übrig, die aber bei fortgeführter Zersetzung durch das Feuer und Sammlung der gebildeten Produkte zuletzt sich als die sogenannten vier organischen Elemente erweisen, als Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. (Außer ihnen wird in der Asche noch Phosphor und Schwefel gefunden.) Aber man erhält sie auch durch das stärkste Glühen in den besten Apparaten nicht sogleich in dieser Form, sondern den Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlensäure und anderen verwandten Gasen und Körpern, den Stickstoff mit Wasserstoff zu Ammoniak und den Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser verbunden. So auch sind die vier organischen Elemente im reinen Zustande unbrauchbar für die Pflanze als Nahrung. Und bei noch langsamerer, immerhin aber künstlich erzielter Zersetzung durch Feuer oder Wärme erhält man noch größere Reihen von Zersetzungsprodukten, und bei der natürlich vor sich gehenden nicht minder. Diese Form der Auflösung, die Humificirung, scheint auch die beste, um mit ihren Produkten Pflanzen-

nahrung selbst für neue, nachkommende, vegetabilische Organismen zu werden. Aber so vielfach die Verbindungen seyn mögen, zuletzt bleiben doch nur die vier Elemente und ihre nächsten Bildungen: Kohlensäure, Ammoniak und Wasser diejenigen, welche bei dem weitaus größten Verluste der verbrannten Pflanze an Gewicht in Beachtung kommen.

Mehr, als man lange Zeit annahm, hängt die Pflanze von der Luft ab, in welcher einige Arten (Luftarten, Gase) sich finden, die nicht bloß als allgemeine Existenzbedingungen (wie der Sauerstoff z. B. zum Athmen), sondern auch als Nahrungsmittel im engeren Sinne dienen.

Das Thier lebt nicht von der Luft, oder von einer Art derselben, obgleich der Sauerstoff in Bildungen eingeht, die zuletzt materielle Substratmehrung geben. Die Hülfe desselben zur Substratminderung ist noch viel größer. Das Thier lebt von Pflanzen oder von Thieren, und die Erdefresser sind nur Ausnahmen, wenn überhaupt nicht bloß Diatomeenfresser.

Die Pflanze aber kann von einigen Luftarten so sehr leben, daß bei einigen Luftwurzlern die ihnen nöthigen Mineralbestandtheile durch den Wasserdunst der Luft gereicht werden können und verschwindend erscheinen. Aber der Wasserdunst der Luft ist ziemlich wohl mit Mineralstoffen versehen und der Thau enthält auch bis zu 20 Milligramm Ammoniak in 1 Liter.

Nicht aber der Stickstoff und nicht der Sauerstoff selbst können, wie schon gesagt, als Pflanzennahrung gelten, wohl aber die Kohlensäure der Atmosphäre und das Ammoniak, wie die Nitrate, wohl auch Schwefelwasserstoffgas, auch mittelbar Kohlenwasserstoffgas. Den Gasen schließt sich der in der Atmosphäre zu 1 Procent Volumen nach immer vorhandene Wasserdunst in einer uns noch unbekannten Wirkungsweise an.

Die atmosphärische Luft, ein Gemenge von Gasarten und Wasserdunst, ist überall gleich zusammengesetzt. Sie ist rascher sich auszugleichen im Stande, als etwa der Ocean, dessen Zusammensetzung der Quantität seiner Stoffe nach viel mehr variirt. Die Hauptgemengtheile dieses die Erde an 6—7 Meilen hoch umfluthenden Luftmeeres sind Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Ersteres macht z. B. den Branntwein (vielmehr den Alkohol darin) bei gehöriger Wärme und Fermentzugabe zum Essig, auch andere Körper macht

es durch seinen Zutritt oft sauer, daher Sauerstoff, er verbindet sich unter Feuer und Flamme mit anderen, er ist selbst die hauptsächlichste Ursache des Verbrennens, daher Feuerluft; er dient zum Athmen von Thieren immer und von Pflanzen in der Nacht (die Kohlensäure anstatt seiner am Tage athmen), daher Lebensluft, und endlich zerstört er alle organischen und unorganischen Körper unablässig, indem er die letzteren verwittert, die ersteren langsam oder schneller verbrennt, er wird daher am besten Zehrluft, Zehrstörer und Verzehrer genannt. Aber er behält ja nichts für sich, so wenig als das verzehrende Geschöpf auch, er bildet nur Neues und Anderes, er leitet die ewige Stoffmetamorphose besser und großartiger ein, als die meisten übrigen Stoffe, namentlich als sein so träger Genosse, der Stickstoff, der dafür auch der Erhalter genannt wurde, so gefährlich sein Name auch klingt.

Aber das Geschöpf will fortschreiten und seine Metamorphose durchmachen, es will lieber verbrennen und zu Grunde gehen als erhalten seyn und ersticken, es muß dieß eben.

Durch Athmen, Verbrennen, Faulen, Modern, Gährung und Verwitterung wird immer viel Sauerstoff auf der ganzen Erde gebunden, es wird zumeist Kohlensäure daraus. Aber wir sagten schon, daß die Pflanzen auch Kohlensäure athmen könnten und dabei den gebundenen Sauerstoff (ozonisirt?) wieder befreiten, zu ihrem Vortheil, da sie den Kohlenstoff, die so gewaltig im Pflanzenreich vorherrschende Kohle, die aus der Pflanzenzelle und ihrem Inhalt aus Holz entsteht, für sich behalten. Sie thun das Gegentheil von den Thieren, welche den Sauerstoff einathmen und einen guten Theil für sich behalten, um damit Kohlenstoffe zu verbrennen und als Kohlensäure wieder abzugeben.

Diese geben also Kohlensäure gegen den Sauerstoff zurück, jene geben Sauerstoff gegen Kohlensäure zurück.

In 100 Gemengtheilen atmosphärischer Luft sind dem Maße nach 21 Maße Sauerstoffgas und 79 Maße Stickstoffgas.

Dem Gewichte nach aber sind es 23 Gewichtstheile Sauerstoffgas und 77 Gewichtstheile Stickstoffgas, kleinere Beigaben ungerechnet. Aber das so wichtige Kohlensäuregas? davon hat man erst in 10,000 Maßtheilen Luft schwankend zwischen 5,74 und 3,15 Maße gefunden, im Mittel also 4,15 Raumtheile oder 6,4 Gewichtstheile, so also, daß in 10,000 Gewichtstheilen athmosphärischer Luft sich befinden:

2300,0	Sauerstoff (siehe oben),
7693,6	Stickstoff,
6,4	Kohlensäure.
10000,0	

Wenn man die ganze die Erde umgebende Luftschichte im Gewicht berechnet, so ergibt sich eine Summe von 5,163,653,000,000,000,000 (Billionen) Kilogramme. Darin wären nun

1210,663	Billionen	Kilogramme	Sauerstoff,
3949,620	„	„	Stickstoff,
3,370	„	„	Kohlensäure,
5,163,653			

wenn man Unerhebliches ausgleicht.

§. 3.

Die Kohlensäure.

Diese Summe von Kohlensäure (3370 Billionen Kilogramme oder etwa doppelt so viel Zollpfunde) ist hinreichend, der ganzen Vegetation ihren Kohlenstoff zu liefern.

Wir sagen dieß, obgleich wir wissen, wie oberflächlich darauf basirte Rechnungen der Natur der Sache nach seyn können und obgleich wir wissen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft so sehr schwankt. Aber daß die Menge hinreicht, beweist noch nicht, daß die Vegetation sie auch wirklich von da bezieht und so in der Zeit bezieht, wie die Land- und Forstwirthe sie brauchen.

Nach Regen ist der Kohlensäuregehalt der Luft gemindert, denn das Wasser absorbirt dieses Gas, auch die durch Regen erzeugte Erkältung des Bodens wirkt dazu mit. Ueber dem Meere und den Seen ist weniger Kohlensäure in der Luft, als auf dem Festlande, im trockenen Winter bei Frost mehr als bei Thauwetter, in den Städten ist mehr, als auf dem Lande, auf den Bergen mehr, wie in den Thälern, wo viele Pflanzen beisammen stehen (Wälder) mehr, als ohne sie, mehr Nachts als bei Tage. Das Maximum erscheint durchschnittlich gegen Ende der Nacht.

Die Pflanzen athmen Nachts Kohlensäure aus. In der Nähe feuerspeiender Berge oder erloschener Vulkane mit Mineralquellen (Sauerbrunnen) oder Kohlensäure-Exhalationen überhaupt ist die Menge noch größer.

Wenn die Pflanzen Kohlensäure als Nahrung in Blätter und

Wurzeln aufnehmen, sie zersetzen und daraus ihren Kohlenstoff beziehen und sie den Sauerstoff theils ausstoßen, theils anderweitig benützen, so muß die Quelle derselben eine sehr große und reichhaltige seyn, da die gesammte Vegetationsmasse des Wassers und Festlandes eine gewaltige Summe von Kohlenstoff repräsentirt. Dennoch ist der Kohlenstoff der lebenden Vegetation nur ein mäßig großer Bruchtheil des Gesammtquantums, welches in den lebenden Thieren, in den Stein- und Braunkohlenlagern, in Kohlensäureexhalationen, in den organischen Beimengungen (bitumen) der sedimentären Gebirgsformationen sich findet. Die Schätzungen des Gesammtkohlenstoffes der Natur gehen ins Nebelhafte und große Geognosten haben allein aus dem Gehalte der sedimentären Formationen an Kohlenstoff eine Schichte von etwa 46 Fuß Dicke um die Erdoberfläche herum abgeleitet und eine solche von 2,3 Fuß Höhe, wenn sämmtlicher Sauerstoff der Luft als von Zersetzung der Kohlensäure herkommend angenommen wird, und endlich kaum von 1 Linie Dicke, wenn, wie Liebig annimmt, die gesammte atmosphärische Kohlensäure den Kohlenstoff liefert (2800 Billionen Pfund, nach anderen 4000 Billionen). Wenn man bedenkt, daß der Kohlensäuregehalt der Luft ein nach Ort und Jahreszeit, wohl auch Klima varianter ist, daß die Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Luft in verschiedenen Höhen noch äußerst mangelhaft und die Größe der die Erde umgebenden Luftschichte noch Gegenstand der Polemik ist, so dürfen die auf so unsicheren Voraussetzungen gegründeten Berechnungen und Annahmen wohl der Wissenschaft ziemend, aber auch als für die Praxis leicht schädliches Blendwerk angesehen werden.

Der Kohlenstoff, sowohl der im unorganischen, wie im organischen Reiche rührt wohl von zersetzter Kohlensäure her, diese ob von einem durch Glühhitze sie austreibenden Urkalke? Aber nur das Gegebene ist Gegenstand unserer Forschung. Auch in der Luft des Bodens findet sich viel Kohlensäure, mehr im gedüngten als ungedüngten Lande (siehe oben).

Daß gleiche Flächen des Bodens nahezu stets die gleiche Menge Kohlenstoff hervorbringen auf Wald, Feld, Wiese, diesen Satz gegen den Bedarf der Pflanzen an Kohlenstoffverbindungen im Boden anzuführen, geht nur theilweise an, da gedüngte, mit kohlensäurereichen Materialien versehene Flächen auch viel mehr Kohlenstoff

produciren, obgleich die Kohlenstoffverbindungen im Dünger hiezu nicht absolut nöthig sind.

Ob die Pflanzen nur von der Kohlensäure der Luft ihren Kohlenstoff beziehen, namentlich die durch Kultur daran besonders reich gemachten? Nach Boussingault und Liebig scheint das so, nach darauf gestützten Berechnungen, wie viel eine Pflanze in einer gegebenen Zeit wirklich Kohlensäure aufnimmt und also daraus Kohlenstoff bilden kann, reicht diese Quelle weitaus nicht hin. Die Praxis mag sich daher immer noch ihre Quelle in der Düngerzufuhr offen halten. Vielleicht bewirkt gerade die Düngung und Bearbeitung eine reichlichere Absorption von atmosphärischer Kohlensäure, und darauf hin sind noch keine Versuche gemacht worden. Corenwinder hat inzwischen nachgewiesen, daß bei gedüngtem Boden die in der Nähe desselben befindlichen Pflanzentheile von einer sich stets erneuernden, mit Kohlensäure um so reichlicher gesättigten Atmosphäre umgeben sind, je höher die Temperatur der umgebenden Luft und je größer der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ist, da von beiden die mehr oder minder rasche Zersetzung der im Boden befindlichen Dungsubstanzen abhängt. Bei 8 Centimeter Dicke der Bodenschichte gab frischer Pferdemist nach vier Tagen binnen 24 Stunden 88 Litres Kohlensäure pro Quadratmeter. Welche enorme Quelle gegenüber dem Luftgehalt an Kohlensäure, besonders beachtenswerth, wenn wir bedenken, daß bis jetzt die Pflanzennährstoffe immer nur im Superfluum angewandt erfolgreich wirken.

Nach J. Reisets Experimenten absorbiren organische Substanzen bei der Fäulniß an der Luft auch eine Menge Sauerstoff und erzeugen damit, und nicht bloß mit dem ihnen eigenen Sauerstoff, Kohlensäure.

§. 4.

Ammoniak.

Der Stickstoff ist in neuester Zeit der fast alleinige Inhalt aller landwirthschaftlichen Düngerschriften geworden, er ist fast die essentia quinta der vegetabilischen Triebkraft im alten Stile geworden. Nach Gräger enthält eine Luftsäule von 1 Quadratfuß Fläche 290 Milligramme bis 4,76 Gramme Ammoniak, in dessen Form der Stickstoff den Pflanzen allein zugeführt werden soll. Darin sind 3,921 Gramme Stickstoff, immer vorausgesetzt, was oben von

der Berechnung des Kohlensäuregehaltes gesagt wurde. Nach Ville's Versuchen wird kein Ammoniak aus der Luft, wohl aber deren Stickstoff aufgenommen. Nach Boussingault findet das Gegentheil statt. Bei dem Ammoniak als kohlensaurer Verbindung ist das ungeschwächte Hinaufreichen in die Luftsäule überdieß mehr als problematisch.

Liebig nimmt den Gehalt der Atmosphäre an Ammoniak zehnmal so groß an.[1]

Das **Ammoniak** kann sich nur bei längerer Trockenheit und in der warmen oder heißen Jahreszeit in der Luft erhalten, wo es indessen durch Verwesungs- und Fäulungsprocesse stickstoffhaltiger Körper — der Thierkörper zunächst — entsteht und oft frei wird als reines oder kohlensaures Ammoniak. Jeder Regen wäscht es aus der Luft, da es außerordentlich leicht von Wasser absorbirt wird.

[1] Boussingault fand in einem Liter Regenwasser bei 47 Bestimmungen (in den Vogesen) 0,79 Milligr. Ammoniak, in Paris beträchtlich mehr.

1 Liter	Flußwasser enthielt nur	0,17	Milligr.	
1 „	Quellwasser enthielt nur	0,09	„	
1 „	Brunnenwasser in Paris	0,34	„	
1 „	Thauwasser	1—6,00	„	(Keller.)
1 „	Schneewasser	1,78	„	
1 „	Schneewasser, wenn der Schnee auf Gartenerde gelegen	10,34	„	
	Einmal sogar in			
1 „	Nebelwasser	49,7	„	
1 „	Nebelwasser in Paris	137,85	„	

Am Anfang enthält das Regenwasser am meisten Ammoniak, später immer weniger. Nach Boussingault entweicht das mit dem Regen herabgefallene Ammoniak bald wieder und wird so immer wieder die Quelle neuen Zuflusses bei neuem Regen. Beim Verdampfen des Flußwassers gehe ja gleich mit den ersten Mengen das Ammoniak weg.

Langsam fallender und kalter Regen sey ammoniakreicher (Bineau); die fortgesetzten neueren Untersuchungen Boussingault's bestätigten nur, daß der Ammoniakgehalt des Regenwassers keine constante Größe ist.

Nach Barral wurden auf eine Hektare bei Paris im Monate November 1210 (etwa 3 Pfd.) Gramme Stickstoff geführt, darunter 551 Gramme als Ammoniak, 659 Gramme als Salpetersäure.

Way fand neuerlich durchschnittlich in 1,000,000 Theilen Regenwasser nur 1,228 Theile Ammoniak (und 0,405 Salpetersäure).

Sonach fielen in Einem Jahre auf 1 engl. Acre nur 7,11 Pfund Ammoniak und etwa 6¾ Pfund Salpetersäure, und frühere Bestimmungen wären falsch gewesen!

Gräger fand bei Mühlhausen in 1,000,000 Gewichtstheilen Luft 0,323 und Kemp sogar über dem irischen Meere 3,68. Fresenius durchschnittlich 0,133.

Eine zweite Quelle assimilirbarer Stickstoffverbindungen ist die Salpetersäurebildung bei Gewittern. Schon das Experiment zeigt die Möglichkeit, Stickstoff mit Sauerstoff mittelst elektrischer Funken zu verbinden. In den Tropen bei fast ständigen, elektrischen Entladungen in der Atmosphäre ließ sich dieser Vorgang als häufiger denken, aber er ist durch die Analyse der Gewässer bis jetzt dort noch nicht bewiesen, begreiflich noch viel weniger derselbe Vorgang in den früheren Erdbildungsepochen bei allüberall herrschendem Tropenklima (?).

Uebrigens sey das Ammoniak der Luft schon vor der Erscheinung des organischen Reiches in der Atmosphäre vorhanden gewesen, so wird angenommen. [1]

Da die meisten die Menge des atmosphärischen Ammoniaks für unzureichend halten, den Stickstoffgehalt der Pflanzen davon abzuleiten, so verfallen sie auf neue Quellen. So erklärt Bischof, daß die auf krystallinischen Gesteinen wachsenden Pflanzen (Wälder) ihren Stickstoffgehalt (ebenso wie den Kohlenstoff) bei offenbar unzureichender Ammoniakquelle von atmosphärischem Stickgas entnehmen zu müssen schienen (vgl. Ville und Chevreul). Der Stickstoff fehlt den krystallinischen Gesteinen gänzlich.

[1] Nur bei Gegenwart von Alkalien und alkalischen Basen gibt bei freier Einwirkung der Luft eine feuchte stickstoffhaltige Materie unter andern Produkten der Zersetzung auch salpetersaure Salze. Ob Ammoniak immer den Uebergang vermittle? Sicher aber ist das Ammoniak der Atmosphäre selbst eine höchstverbreitete Quelle zur Salpeterbildung, und da diese Bildung selbst durch Oxydation des Ammoniak in Materien vor sich gehen kann, die keinen Stickstoff enthalten, aber durch ihre Porosität jenes verdichten oder absorbiren können (Thon, Eisenerze), so ist insbesondere in wärmeren Ländern, in gut bearbeiteten Böden bei geregelten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen diese Quelle reichlicher als sonst vorhanden und wirksam. 0,0004 Ammoniakgas in der Luft fördert bemerkbar die Vegetation, und Ville fand auch mehr Stickstoffgehalt in damit behandelten Pflanzen als außerdem. In der Zeit der Blüthe der Pflanzen gegeben, verzögere es das Blühen, oder gebe es ganz auf, indem sich die Pflanzen mit Blätter bedecken, aber keine Früchte bringen; letzteres wäre noch exakt zu stellen. 1 Theil gesättigte Ammoniakauflösung auf 20 Theile Wasser tödtet in wenigen Stunden selbst rübenartige Pflanzen.

Auch das Stickoxydulgas soll gleich dem Sauerstoff für die Pflanzen athembar seyn.

Bekanntlich wurde von Kulmann angenommen, daß der Stickstoff der Salpetersäure (zunächst ihrer Alkalisalze) vor der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln in Ammoniak sich verwandle und nur so nähre. Dazu wirkten am besten desoxydirend mit in Gährung begriffene organische Körper. Aber die neuesten Versuche Boussingaults beweisen, daß die Nitrate der Alkalien (salpetersaures Kali und Natron, gemeiner Salpeter und Chilisalpeter) auch ohne Beiseyn verwesender, reducirender organischer Körper von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wurden und eine Stickstoffquelle für dieselbe bildeten.

Der Stickstoff der Luft kann sich mit dem Wasserstoff im Moment des Freiwerdens des letzteren zu Ammoniak verbinden, und ebenso kann er sich unter bestimmten Umständen mit dem Sauerstoff zu salpetriger und Salpetersäure verbinden. Es ist sogar neuerlich fraglich geworden, ob nicht den Pflanzen mehr Stickstoff durch Nitrate als durch Ammoniakverbindungen geliefert werde. Lockerung und Wendung des Bodens, Brennen desselben, Zusatz organischer Substanzen nebst alkalischen Stoffen, die Drainage selbst, Gegenwart poröser Körper, die Bildung von Cyanüren, vorzüglich die Luftelektricität und Anderes gibt Grund genug zu solchen Annahmen.

Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens von Dr. Krocker.

Untersuchte Bodenarten.	Ammoniakgehalt in 100 Theilen lufttrockener Erde.	Specifisches Gewicht.	Ammoniakgehalt einer Bodenschichte fester Substanz 0,25 Meter tief, auf 1 Hektare in Pfunden.
Thoniger Boden vor der Düngung . . .	0,170	2,39	20314
Thoniger Boden	0,163	2,42	19723
Ackerkrume eines Bodens von Hohenheim	0,156	2,40	18720
Untergrund desselben Feldes	0,104	2,41	12532
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,147	2,41	17713
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,149	2,41	17953
Zu Gerste bestellter Boden	0,143	2,44	17446
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,139	2,41	16749
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,135	2,45	16537
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,133	2,45	16292
Nie gedüngte Erde aus Amerika . . .	0,116	2,18	12644
Sandiger nie bebauter Boden	0,096	2,50	12000
Ausgegrabene lehmige Erde	0,088	2,5	11000
Sandiger nie bebauter Boden	0,056	2,51	7028
Fast reiner Sand	0,031	2,61	4045
Mergel	0,0988	2,42	11952
	0,0955		11552
	0,0768		9288
	0,0736		8904
	0,0579		7004
	0,0077		931
	0,0047		568

Indessen enthalten nach J. Reisets Untersuchungen die Ammoniaksalze und Nitrate, welche bei der langsamen Verbrennung oder Fäulniß organischer stickstoffhaltiger Körper entstehen können, nicht mehr in Summa die ganze Menge Stickstoff, die ursprünglich in den Materien selbst vorhanden war, es entwickelte sich bei der Fäulniß des Düngers immer auch freier Stickstoff.[1]

[1] v. Liebig hat neuerlich die unerschöpflichen Stickstoffquellen in der Luft und dem Boden zum Ausgangspunkt einer Würdigung der Bedeutung des Stickstoffes für die Pflanzennährung und der darauf gebauten übertriebenen Behauptungen genommen. (Zur Theorie und Praxis der Landwirthschaft.)

§. 5.
Anhang. Der Humus.

Ob nun nicht auch organische Verbindungen, Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie Zucker, Gummi, Schleim, Oele oder mit Stickstoff, wie Alkaloide, Eiweißkörper, Harnstoff und Harnsäure, Hippursäure, oder endlich die Reihe brauner Huminverbindungen und deren Lösungen, die beim Zersetzen des Organischen, gleichsam schwebend zwischen organischen und unorganischen, entstehen — in die Pflanzen als Nahrungsmittel — sie selbst und nicht ihre Zersetzungsprodukte, eingehen, das ward lange behauptet, bestritten und theils ganz, theils nur halb verneint.

Nimmt die zweite Zelle von der ersten am Saugwurzelende schon assimilirte, also organische Substanz auf, warum soll nicht die erste schon können, was offenbar die letzte am Stammende so vollkommen kann, meinte ein Botaniker. Leben nicht zahllose Moorpflanzen gerade charakteristisch nur im Humusextrakte der Torfbildungen und deren Metamorphosen? Nicht viele Schmarotzer nur aus den assimilirten Stoffen ihrer Unterlagen? Oder nur von den Salzen derselben? erwiderten die Gegner. Und viele Kryptogamen scheinen selbst nach Wolff eine Ausnahme zu machen.

Von allen hieher gehörigen Behauptungen ist offenbar die wichtigste für die Praxis jene, welche den Humus als solchen zur Pflanzennahrung erklärt. Die Anhänger dieser Ansicht nennt man Anhänger der Humustheorie und sie zerfallen in zwei Klassen, in solche, welche die Humuslösungen im Allgemeinen als nährend bezeichnen, und solche, welche weniger jene als die physikalischen Wirkungen und die Produkte der Zersetzung des Humus betonen. Letztere sind offenbar auf dem Wege zu Concessionen begriffen. Da der neuen Chemie noch immer die große Masse der verständigen und unverständigen Praxis gegenübersteht und den Humus, wenn auch mit Offenhaltung vieler Concessionen, hoch hält, auch die Stickstoff- und Kohlensäurequellen im B o d e n zum höchsten Ansehen wieder gekommen sind, so muß diese Frage gründlich besprochen werden.

Die Pflanzenzelle ändert beim Durchgang die ihr gebotenen Nahrungsmittel sogleich, assimilirt oder verändert sie bis zum Nichtwiedererkennen. Es kann also hier nicht die Entscheidung geholt werden.

Somit werden theoretische Gründe vorerst im Kampf voranstehen müssen. Zu diesen gehören nun folgende: Ein Hektar tragbaren Landes (Wiese, Wald oder Ackerland) producirt durchschnittlich jährlich 1800 Kilogramme oder das doppelte Zollpfund Kohlenstoff; wenn er dieses große Quantum jährlich aus dem Boden nehmen muß (also zunächst aus 60 Procent Kohlenstoff enthaltendem Humus), so wird der Boden zuverlässig bald daran erschöpft seyn, außer es würde ihm dasselbe Quantum immer wieder zufallen, was nicht einmal im Naturzustande, noch weniger in jenem der Kultur, d. h. der Aberntung der Fall ist. Ein enormes Quantum Kohlenstoff wird durch Athmung, Verbrennung und Verwesung — welche drei Processe die größte Aehnlichkeit haben — in Kohlensäure umgewandelt und in die Atmosphäre gebracht, also dem Boden, auf dem es erzeugt wurde, entzogen. Rührt der Kohlenstoff der Pflanze von Humussäure her, die man zu 58 Procent Kohlenstoffgehalt annimmt, so kann dieß aus Gründen der Löslichkeit dieser Säure, die hiezu 2500 Gewichtstheile Wasser fordert, nicht seyn. Es kommen z. B. auf 40,000 Quadratschuh Oberfläche in Südbayern in 120 Vegetationstagen 2,447,000 Pfd. Wasser, welche durch Humussäure erst 567 Pfd. Kohlenstoff brächten, während wir 2—4mal so viel ernten. Die Humate sind nicht mehr, meistens aber viel weniger löslich.

Nach Saussure beträgt der jährliche Verlust der Dammerde durch die Verwesung 2 Procent, welche zunächst der humusartigen Substanz entstammen, was freilich nur für besondere Fälle richtig seyn kann. Wald und Wiese gaben seit historischen Zeiten fast überall zahllose Ernten, der Kohlenstoff derselben ward nicht im Humus zurückgebracht, aber immer erzeugen diese Flächen neue Kohlenstoffmassen in ihren Produkten. Ja da, wo sie ihnen nie entzogen wurden, wie im Urwald und der Urwiese (Prairien) hat sich der Kohlenstoff oft bis zum schädlichen Uebermaß angehäuft. Und selbst, wenn in den Heerden der Pampas oder der Alpenmatten enorme Massen von Kohlenstoff (und Stickstoff) alljährlich letzterem entzogen werden, so sehen wir keine größere, in der Zeit erweisbare Erschöpfung derselben. Wie viele Pflanzen wachsen im sterilsten Sande oder auf felsigem Grunde oft in Massen, wie Föhren, Riedgräser, Sandrohre 2c. und geben enorme Quantitäten Kohlenstoff seit Urzeiten?

Wenn der Humus auch als Kohlensäure- und Ammoniakquelle

für die künstliche Vegetation von großer Bedeutung ist, so wird er doch im Großen und Allgemeinen von der Kohlensäurequelle, welche die Luft bietet, weit übertroffen.

Ob am Ende wenigstens eine kleine Menge Humus für die Pflanzen nöthig sey? Ob nicht wenigstens in Form der humussauren Salze?

Aber, so wird entgegnet, wie viele Pflanzen sehen wir auf völlig humusfreiem Felsgesteine in losem Sande, auf Mauern und an Wänden wachsen, wie viele Pflanzen, auch Kulturpflanzen und üppig die Rebe, gedeihen in der durch Feuer aufgeschlossenen, aber humusfreien Lava? Wohl die Hälfte alles kultivirten Landes der Erde wird nie gedüngt, sondern nur mittelst Bewässerung oder die tropischen Regen, die Wintergüsse im europäischen Süden, fruchtbar gemacht. Boussingault, Wiegmann und Polstorff, Wolff, Salms Horstmar u. A. zeigten durch direkte Versuche, daß man Pflanzen ohne alle organische Materie, in völlig humusfreiem Boden zur vollen Entwicklung bringen könne und die letzte Phase dieser gelehrten Deduktionen schloß mit der Behauptung, daß der Humus keine direkte Ernährungsfähigkeit für alle Kulturpflanzen und für die meisten andern Gewächse habe, ein Satz, den zuerst Liebig scharf und genügend bewies.

Allein gerade dem Pflanzenphysiologen, der weiß, daß nur im Wasser Gelöstes in die Pflanzenwurzeln eingehen kann, widerstrebt dieser Schluß, wenn er an die oft schwerlöslichen, aber doch gelösten humussauren, alkalischen Erden, an die humussauren Doppelsalze, an die großartige Fähigkeit der Pflanzen Nahrungsstoffe sich substituiren zu lassen, an die Nothwendigkeit, für Pflanzennahrung gerade nur sehr schwache Lösungen zu bieten, da die concentrirten so leicht schädlich wirken, endlich an das Verhalten vieler Kryptogamen, Parasiten und eigentlichen Humuspflanzen, die außer den Mooren bei allen Salzen derselben gar nicht wachsen, denkt. Auch stehen den Hauptsatz beschränkend andere nicht minder gewichtige Männer entgegen, wie Saussure, Mulder, Soubeiran und viele wissenschaftliche Landwirthe selbst.

Daß an der ätzenden und zerstörenden Kraft der Düngerjauche nicht das humussaure Ammoniak (Wolff), sondern das freie oder kohlensaure die Schuld trägt, wird wohl nicht widersprochen werden und sauren Humus, d. h. freie Humussäure, wie man oft

angeführt, haben auch die alten Humustheoretiker noch nicht als Pflanzennahrung empfohlen.

Mit Sand allein und mit Erde kann man Humuslösungen zwar bedeutend verdünnen, d. h. jene entziehen dem gelösten Körper sehr viel, aber am Ende nicht Alles, und die Diffusion von Mineralsalzen wird durch dieselben nicht minder alterirt, wie Thompson und Way deutlich gezeigt haben. Die Diffusion ist ja nach den Graham'schen Versuchen sogar ein Zersetzungsmittel.

Die große Schwierigkeit liegt in der schwachen Kenntniß, die wir noch von den auf der Stufe der organischen Umwandlung zu Unorganischem stehenden Huminkörpern besitzen. Uns scheinen nach theoretischen Prämissen allerdings die humussauren Verbindungen als in die Pflanzen eingehend angesehen werden zu müssen. Damit ist noch nicht gesagt, daß sie die alleinigen Kohlenstoffquellen für die Pflanzen sind.

Beim Verwesen organischer Substanzen, Thiere und Pflanzen und deren Theile werden die elementaren Kräfte wieder reiner thätig, als sie es im Organismus, der sie für sich fesselte, vorher waren, es verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Substanz zu Kohlensäure, der Wasserstoff mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak. Aber wie beim raschen Verbrennungsproceß, etwa durch trockene Destillation organischer Körper, eine große Zahl von Zwischenstufen, von intermediären Bildungen erzeugt wird, so bei dem langsamen oder der Verwesung eine Reihe von schwarz oder braun aussehenden, pulverförmigen, die Lösungsmittel gelbfärbenden Substanzen, Humin-, Gein-, Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäuren genannten Stoffe und Verbindungen derselben von zweifelhaft chemischem Werthe; die Anwesenheit von Mineralstoffen in ihnen bedingt insbesondere viele Erscheinungen des Vorganges.

§. 6.

Schlüsse.

Ueberblicken wir endlich Alles zusammen, was in der sogenannten Humustheorie sich der wissenschaftlich gemachten Erfahrung zur Verfügung gestellt hat, so wird vorerst klar, daß die spätere Entwicklung der Theorie der Humussäuren nach Sprengel, dann selbst nach Mulder nebst den Humaten, Geaten, Ulmaten, Krenaten

und Apokrenaten von besonderer Bedeutung zur Erklärung der Pflanzennahrung und Pflanzenernährung nicht seyn kann.

Auch ist die Zusammenfassung aller braunen oder braunschwarzen Zersetzungsprodukte organischer Körper in eine Gruppe von Huminkörpern verschiedener, aber nicht konstanter zur Bildung chemischer Individuen hinreichender Eigenschaften den Anforderungen exakten Forschens zuwider.

Ob aber doch die ältere Lehre der Landwirthe, die von Humussäure und deren Salzen keine Notiz nahmen, auch nicht den Kohlenstoff in den Pflanzen von ihnen ableiteten, sondern nur das Produkt der Fäulniß und Verwesung organischer Körper als reiche Quelle von Pflanzennahrung und obersten Regulator des physikalischen Verhaltens des Bodens ansahen, ob dieser einfache der Praxis schon genügende Satz Anfechtung verdient, das geben wir nur insofern zu, als die weitere Erforschung des Wesens einer Nahrungsquelle, des Modus ihrer Wirksamkeit (Kohlensäure, Ammoniak, Salpeterbildung) Aufgabe war und wissenschaftlich gefordert werden konnte, wie denn auch große Vortheile für die Praxis erzeugte. Dann ist auch die Bemerkung begründet, daß es unrichtig ist, wie doch allgemein geschieht, unter Humus sich nur das Produkt verwesender Pflanzenfaser (oder Holzfaser) vorzustellen.

Die einfache Beobachtung des im Herbste abfallenden Laubes unserer Bäume zeigt, daß dieselben sehr rasch sich bräunen und dann nur mit warmem und kaltem Wasser behandelt, stark braunfärbende Extrakte geben, die als Humate angesehen die Humussäure auch fallen lassen. Aber das Mikroscop zeigt nun noch völliges Unverletztseyn der Zellenwände des Parenchym, die braunfärbenden Huminsubstanzen finden sich innerhalb der Zellen, es ist Zellinhalt, die incrustirenden Substanzen, die zuerst der Verwesung anheimfallen, sie selbst durch die alkalischen Stoffe des Inhalts leichter löslich gemacht, die gelösten Salze des Parenchyms dazugebend. Die eigentliche Holzfaser, die freilich vielfach imprägnirte Cellulose kommt erst viel später in den Kreis der Verwesung und ist nicht ausschließlich Substrat der Bildung von Humus, im Sinne der älteren Landwirthschaft.

Als größter Theil der Pflanzensubstanz aber ist allerdings die Holzfaser eine langandauernde Quelle von Kohlensäure. Sie verwandelt ein ihr gebotenes Volumen Sauerstoffgas in ein ebenso großes

Volumen Kohlensäure so lange fort, bis sie sämmtlichen Kohlenstoff verloren hat. Auch andere Bildungen nehmen an dieser Zersetzung Antheil. Um jedes Stückchen Humussubstanz ist eine kohlensäurereiche Atmosphäre, in welcher die feinsten Wurzelenden schwelgen.

Wir können den Ertrag unserer Felder an Kohlenstoff und Stickstoff durch Zufuhr von Kalk, Mergel oder Asche nur dann und so lange mehren, als auch im Boden neben der Atmosphäre Quellen hiefür eröffnet sind. Abgesehen von der physikalischen Wirkung zehrt daher der Aetzkalk das Feld aus, der Mergel mergelt es aus, Asche und Guano erschöpfen es rascher. Je ungünstiger (kälter) das Klima für die Kultur einer Pflanze ist, um so mehr Kohlenstoff- und Stickstoffquellen müssen im Boden derselben geboten werden.

C. Der Dünger.

Wenn man weiß, was die Pflanzen ernährt, weiß man auch, was sie düngt. Denn künstliche Mehrung von Pflanzennahrung in geeigneter Weise heißt Düngung. Also kann Alles, was die Pflanzen ernährt, Dünger werden. Eine Naturgeschichte der Dünger gehört aber in unsere Aufgabe. Jeder Stoff, der Pflanzen ernährt, kann als Dünger wirken, wenn er dahin gebracht wird, wo zwar alle übrigen Pflanzennahrungsmittel sich finden, er allein aber fehlte. Sein Dazukommen macht erst, daß auch die übrigen wirksam sind. Es ist aber begreiflich sehr schwer, herauszubringen, daß dieser oder jener Stoff im Boden nicht in gehöriger Menge und nicht im passenden Zustande vorhanden ist und deßwegen ist das Düngen mit nur Einem Düngstoff, z. B. mit Gyps, Kalk oder Asche (Kali), selbst mit Knochenerde oder phosphorsaurem Kalk häufig sehr gewagt und erfolglos.

Was die Thiere als Nahrung zu sich nehmen, sind die Bestandtheile der Pflanzen und Thiere. In ihren Auswürfen, den flüssigen und festen, findet sich der größte Theil dieser Bestandtheile wieder — also sind diese Auswürfe zusammengenommen wieder im Stande, Pflanzen zu ernähren und so Thiernahrung zu bilden — d. h. der Mist ist ein vorzüglicher Dünger. Er enthält alle Nährstoffe der Pflanzen, denn er entstand ja aus ihnen, er enthält sie in großer Menge und in der besten Form, denn die

Verdauung hat sie alle aus der organisirten Verbindung gerissen und sie für die Rückkehr ins Reich des Leblosen oder des Unorganischen mittelst Gährung, Fäulniß und Verwesung bestens vorbereitet. Da man aber alle Bestandtheile des Mistes künstlich zu ersetzen im Stande ist, da er in seinem Ganzen nicht überall nöthig ist, sondern oft nur in einzelnen Theilen zur Düngung genügen würde, so ist nicht der Mist, wohl aber der Dünger überhaupt bei uns die Seele des künstlichen Pflanzenbaues und damit auch in der Regel der ganzen Landwirthschaft.

Lernen wir also zuerst den Mist naturgeschichtlich kennen und sehen wir dann zu, ob er sich in einzelnen seiner Bestandtheile nicht ersetzen, ja sogar übertreffen läßt.

§. 1.

Die Auswürfe.

Man versteht den Mist nicht, wenn man nicht weiß, was ein Exkrement oder Auswurf ist.

Ein Kalb, welches nur Muttermilch zu sich nimmt, erhält dadurch alles, was es nicht bloß zum Bestande, sondern auch zum Wachsen braucht, und letzteres ist hier wesentlich sein Bestehen. Gesetzt es nähme ein Kalb täglich im Durchschnitt für seine vierwöchentliche Saugperiode 20 Pfund Milch zu sich, so sind darin wenigstens 359 Gramme Stoffe zur Wärmeerzeugung (Milchzucker) und etwa 200 zur Fettbildung, endlich eben so viel und mehr zur Blut- und Fleischbildung und 7 Gramme und darüber unorganische Stoffe, etwa zur Knochenbildung; es hat also ein von der Natur gegebenes Verhältniß von 10 Theilen plastischen Stoffes zu 10 Theilen Fett und 20 Theilen Zucker und etwa 0,6 Salzen statt. Aber dieses Verhältniß findet sich begreiflich nicht wieder in den Auswürfen. Ein Theil dieser Stoffe ist verbrannt, ein anderer ist Fett, einer ist Muskelfleisch und wieder ein Theil ist Knochenerde und Salz geworden.

Meint man nun, daß die Auswürfe nur den Rest der gesaugten Milch, der nicht verbraucht ward, enthalten? Obgleich nun das Kalb wächst, so geschieht dieß doch theilweise unter Verzehrung anderer schon vorhandener Theile.

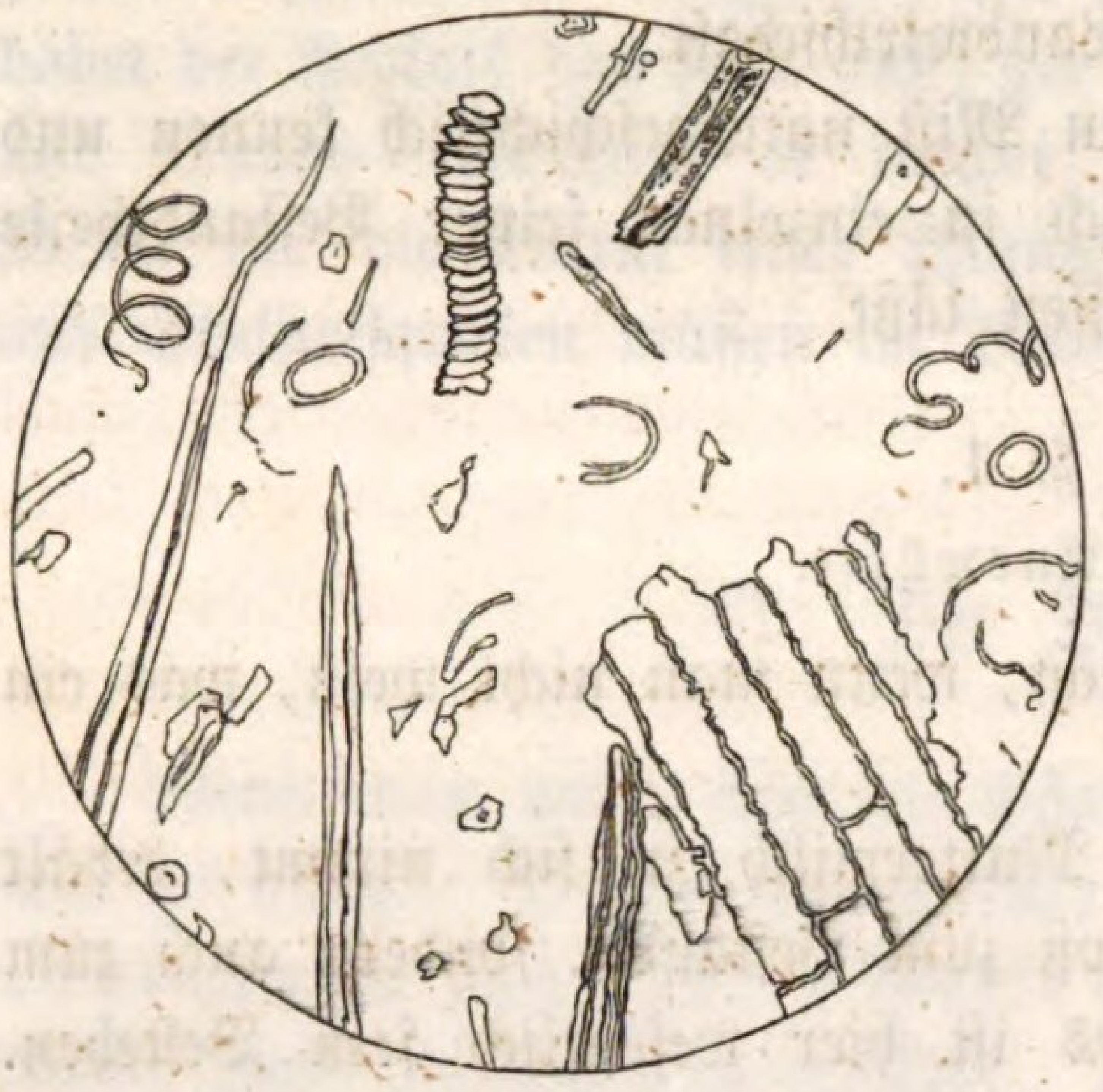
Die Auswürfe des Kalbes sind eben schon wegen des Vorwiegens der Neubildung, des Wachsens, stickstoffärmer als die genossene

Nahrung. Bei schlechter Verdauung ist dieß schon nicht mehr der Fall und bei Krankheiten tritt selbst das Gegentheil ein.

Das entwöhnte und nun erst zum Pflanzenfresser gewordene Kalb, endlich die Kuh und das Rind überhaupt scheiden mittelst des Darmes

1) die unverdaulichen Stoffe aus. Dahin gehören die ältern Zellstoffe, die harte, holzige Pflanzenfaser, die man an den Auswürfen der Pferde noch sehr grob vertheilt, schon feiner an jenen der Wiederkäuer mit bloßem Auge erkennt. Doch zeigt das Mikroskop diese durch die Verdauung ausgelaugten oder macerirten Pflanzentheile noch viel schöner. (Fig. 44).

Fig. 44.



Dahin gehört der färbende Bestandtheil des Satzmehles der grünen Pflanzentheile, das Chlorophyll, d. h. der Farbstoff und das Wachs.

2) Die zwar löslichen, oder auch vom gesunden Thiere nicht zersetzten (nicht verdauten) Stoffe, wie z. B. Pflanzengummi, Salze der Pflanzensäfte ꝛc.

3) Alles was gegen das rechte Verhältniß der Nährstoffe, der stickstofffreien zu den stickstoffhaltigen, verstößt; alles Uebermaß der einen oder der anderen, wenn auch die Grenzen vorerst noch nicht sehr sicher festzustellen sind. (1 : 3 bis 1 : 7.)

4) Alles, was als fortan unnütz aus dem Körper geschafft wird, um Neubildungen Platz zu machen. Dazu auch die der Verdauung selbst dienenden und mit ihr umgeänderten Säfte der Verdauungsorgane, z. B. Gallenbestandtheile. Wenn ein Thier auf jener Stufe angekommen ist, auf der weder das Wachsen noch die Abnahme vorherrscht, also auf der Höhe seiner natürlichen Entwicklung, sind Ausfuhr und Zufuhr sich gleich, nur aber ist die Ausfuhr nicht bloß in den Auswürfen, sondern auch und ganz besonders wichtig für den Landwirth im Harn und der Ausdünstung, endlich bei Nutzung der Milch oder der Erzeugung eines Jungen

zu suchen. Da die Pflanzenfresser nur von Pflanzen leben, die Fleischfresser aber von ihnen und ihren eigenen Genossen, so muß in den Auswürfen derselben und in ihrem Leibe auch alles vorhanden seyn, um wieder Pflanzentheile zu bilden. Dieses ist und zwar im besten Zustande im faulenden Harn und den faulenden Auswürfen der Fall.

Aber die Auswürfe (feste wie flüssige) sind nach der Art der Thiere, ihrem Alter, ihrer Nahrung, ihrem Gesundheitszustande, ihrer Behandlung überhaupt sehr verschieden.

§. 2.

Die Auswürfe der Pferde.

Die festen Auswürfe des Pferdes zeichnen sich durch einen starken Gehalt grob vertheilter Pflanzentheile, die man noch kaum Zellstoff oder Faserstoff nennen kann, aus. Viele Pflanzentheile sind weder fein verkleinert, noch von Verdauungssäften durchweicht und Stroh- wie Heutheile gehen in groben Massen mit den Exkrementen ab. Man fand in 24 Stunden von einem Pferde 30 Pfund Exkremente, nachdem es längere Zeit täglich $6\frac{1}{2}$ Pfund Haber, 6 Pfund Heu und 2 Pfund Roggenstroh erhalten hatte. In den Exkrementen waren 20 Procent Trockensubstanz, also 80 Procent Wasser. Die eingenommene Pflanzenfaser wird, die ältere wenigstens, vom Pferde nicht verdaut.

Der Stickstoffgehalt wechselt begreiflich sehr, er wird jedoch nicht leicht im Durchschnitt 1 Procent übersteigen. Einige fanden zwar 2 Procent, andere nur 0,8, wir selbst in mehreren Versuchen nie mehr als 1,2.

Die Auswürfe der Pferde werden trotz ihrer Armuth an Stickstoff (der Harn ist um so reicher daran) als Dungstoff sehr geschätzt, man rühmt an ihnen die große Gährungswärme, die sie entwickeln. Es rührt diese Seite ihrer Dungkraft von der Lockerheit und mäßigen Feuchtigkeit derselben her, was indessen kaum zur vollen Erklärung genügt. Sie sind oft mit dem Harn der Pferde vermengt und saugen diesen gerne ein. Dadurch aber wächst ihre Dungkraft und die Entwicklung von Ammoniak aus dem Harnstoff des Urins bedeutend.

Das wichtigere Düngermaterial der Pferdeexkremente findet sich im Harn. Der Pferdeharn ist in der That eine ganz besondere

Flüssigkeit; mit ihm gehen fast alle Salze aus dem Organismus. Der denselben in gesundem Zustande so sehr trübende Bodensatz besteht fast nur aus kohlensaurem Kalk und wenig Talkerde, beide in sehr schönen Krystallformen.

Reich an Alkalien und Stickstoff, arm an Phosphaten, das ist der hervorstechende Charakter des Pferdeharns.

Der Harn des Pferdes ist stark alkalisch, der des Rindes schwach alkalisch, der des Menschen reagirt sauer, auch häufig der des Hundes und Schweines. Bei einer Temperatur von ungefähr 15° R. sind binnen vier Tagen alle Harne stark alkalisch, Ammoniakbildung hat mit Kraft begonnen.

Was der Pferdeharn in der Mistjauche bedeute, wird weiter unten gesagt werden.

§. 3.

Die Auswürfe der Rinder.

Die Auswürfe des Rindes enthalten im Allgemeinen etwas mehr Wasser als jene des Pferdes, doch ist dieß je nach der Fütterung sehr verschieden. Man nimmt 14—15 Procent, also 85—86 Procent Wasser an.

Sie enthalten weniger Pflanzenzellen und diese feiner zertheilt als die Pferdeauswürfe.

Nach neuesten Versuchen verdauen die Wiederkäuer jüngere Pflanzenzellen und die jüngere incrustirende Substanz, so zwar, daß man kaum die Hälfte derselben in den Exkrementen wieder findet. Der Gesammtfaserstoffgehalt der Rinderexkremente beträgt 11 Procent weniger als jener der Pferde.

Man nimmt den Stickstoffgehalt der trockenen Rinderexkremente auf 1,7 Procent im Durchschnitt an. Nach Nutzungsverhältniß der Rinder, nach dem Stadium ihrer Entwicklung und ihrer Fütterung wird dieß sehr verschieden seyn, so daß der Durchschnitt um mehr als das Doppelte steigen oder sinken kann.

Man sieht daraus, was Ertragsberechnungen, darauf gegründet, für einen geringen Werth haben. Gewöhnlich betragen die frischen Rindsexkremente das Doppelte der genossenen Futterstoffe bei Heu- oder Strohfütterung; das gleiche Quantum bei vorwaltender Wurzel- und Knollenfütterung.

Der Stickstoffgehalt der Rinderexkremente ist ohne Urinzusatz

so gering, daß ihre Gährung der Vegetation nicht schadet. Ihr Werth entsteht erst durch Zusatz des Harns und Formbildung mittelst der Streu.

Die Entstehung kahler Stellen da, wo diese Auswürfe auf Wiesen oder Weiden liegen bleiben, rührt vom Abschluß der Luft für die bedeckten Pflanzen her. Diese Auswürfe enthalten nämlich einen Abkömmling der Eiweißstoffe (schleimiger Eiweißstoff, der das Gerinnen in der Siedhitze mit letzterem, die Consistenz mit den Schleimtheilen gemein hat), welcher an der Luft durch Wasserverlust vertrocknet, erhärtet und dann eine Kruste bildend sich schwer wieder löst, eigentlich nur zersetzt. Er ist die Ursache der Verwendung des Kuhmistes zum Bedecken wunder Stellen an Bäumen, wie der Zellstoff jene seiner Benützung als Brennmaterial.

Die Auflösung frischen Rindsmistes in Wasser zur Güllebereitung (100 Theile Exkremente auf 3—600 Theile Wasser) ist ohne Harnzusatz von nur schwacher düngender Kraft. Mit letzterem kann die Gülle, vergohren, aber ohne Verlust der Gase, zur höchsten Wirkung sich steigern.

Der Harn des Rindes ist klar und hell, wenn von gesunden Thieren und ohne arbeitende Anstrengung derselben gewonnen. Er braust auf Säurenzusatz sehr stark und verbreitet dann (von freiwerdenden Fettsäuren) einen üblen Geruch, den er vorher nicht hatte. Im Gegentheil, es riecht im frischen das aromatische Oel der Heublumen heraus. Zusatz von 5 Procent Salzsäure fällt unter heftigem Brausen die Hippursäure in schönen Krystallnadeln meist aus; daß sie, in die verwandte Benzoesäure übergeführt, Gegenstand der Fabrikation ist, sey bloß erwähnt. Der Harnstoffgehalt beträgt nur 0,6—1,0 Procent. Erstere Menge bei Grasfütterung. Er steigt bis 1,9 bei besserer Fütterung.

Die unorganischen Bestandtheile sind v o r z ü g l i c h Kali, wenig Kalk und Talkerde. Während beim Pferde sehr viel Kalk im Bodensatz des Harnes den Körper verläßt, geschieht dieß beim Hunde bekanntlich in den Auswürfen fast ausschließlich (wir fanden nur Spuren im Urin), beim Rind und dem Schweine nirgends sehr auffällig.

Dem Rinderharn ist eigen starker Gehalt von Hippursäure und Alkalien, Mangel an Erden und Phosphaten insbesondere.

Dem Schweineharn ist eigen ein starker Kochsalzgehalt, ebenso dem Harn der Hunde.

Auf der Miststätte finden sich in der Regel alle diese Harne zusammen, je nach Umständen oft sehr verdünnt, oft auch sehr concentrirt und in verschiedenen Stadien der Umsetzung.

§. 4.

Die Auswürfe der Schafe und Schweine.

Die Auswürfe der Schafe enthalten den Pflanzenzellstoff noch feiner vertheilt, sind sehr reich an Stickstoff (2,8—3,0 Procent), haben am wenigsten Wasser und stimmen in ihren Aschenbestandtheilen mit jenen der Pferdeauswürfe überein. Man rechnet 4 Pfund Excremente von einem Schafe in 24 Stunden.

Der Harn der Schafe soll arm an Harnstoff und noch ärmer an Hippursäure seyn (0,125—0,088), Natron und Kali herrschen in den Salzen vor.

Die Excremente der Schweine, als „kalt" bezüglich der Düngerwirkung verrufen, sind sehr verschieden nach ihrer Werthschätzung, je nach der sehr wechselnden Fütterung, der Verdünnung des Futters, der Nutzungsart, dem Alter u. A.

Der Harn der Schweine wird für ätzend oder scharf gehalten, scheint also sehr stickstoffreich, da die Ammoniakbildung, davon hergeleitet, die Ursache der Schärfe ist.

Dieß ist jedoch in so hohem Grade verschieden, daß bei stark verdünnter Fütterung mit Küchenspülicht und Haberschrot der Harn eines Mutterschweines im Durchschnitt nur 0,3—0,6 Procent Harnstoff enthielt. Aber der Harnstoffgehalt ist sich bei gleichem Nahrungs- und Kraftverbrauchsverhältniß auf ein bestimmtes lebendes Gewicht der Säugethiere gleich, und nur die Verdünnung mit Wasser bei der Ausscheidung gibt die Verschiedenheit.

§. 5.

Mistjauche und Harn.

Wir erklären vorerst, daß wir keine Unterschiede zwischen Jauche, Odel, Pfuhl, Gülle oder Hüll annehmen, sondern unter Mistjauche jene Flüssigkeit verstehen, welche aus den flüssigen Theilen der Thier- und Menschenauswürfe, dem Urin sammt zufälligen Wasch-, Regen- oder andern Wassern besteht, kurz das Wasser, welches den Stallmist begleitet und umgibt. Es ist demnach klar, daß seine Bestandtheile sehr wechseln können, aber es ist dieß doch im Großen

nicht so sehr der Fall, daß sich darauf keine Berechnungen gründen ließen.

So reichlich auch der Urin der Kühe fließt (man erhält in 24 Stunden 7—10,000 Gramme oder etwa 20—22 Pfund von einer Kuh und nur 1330 Gramme von einem Pferde), so würde derselbe ohne Zugießen von Tränke- oder Waschwasser ꝛc. nur in sehr geringer Menge die Mistgrube erreichen, weil der größte Theil derselben von der Streu und den Exkrementen selbst aufgesaugt wird und allmählig eintrocknet oder wenigstens durch Verdampfen sehr dickflüssig wird. Er wird dadurch, wie wir bald hören werden, die vorzüglichste Stickstoffquelle des Mistes, eines nützlichen Bestandtheiles.

In den gewöhnlichen Fällen nur gelangt der Harn, mit einigem Stallwasser vermischt, auf die Odel- oder Mistgrube, durchsetzt oft hier neuerdings die alten Mistschichten, verliert zwar noch mehr Wasser durch Verdunsten auf der Oberfläche, wird aber zugleich dem Zufluß von Regen- und Schneewasser, von Wasch- und Küchenwasser ausgesetzt. Diese den Misthaufen durchziehenden Wasser lösen aus den Auswürfen noch viele andere Stoffe auf, mischen sich mit dem Harne, sammeln sich an den tiefsten Stellen der Mistgrube mit oder ohne eigene Behälter, und unterliegen der Zersetzung.

Wenn auch durch Spül- und Waschwasser die mannigfaltigsten Stoffe der Mistgrube zugeführt werden können, so brauchen wir das doch nicht zu berücksichtigen, denn bei dem eigentlichen Landwirthe ist diese Zumischung gewöhnlich nicht sehr erheblich. Ihre wichtigsten Bestandtheile sind außer der Unreinigkeit der Wäsche Fettsäuren mit den Alkalien der angewandten Seifen.

Die Zumischung von Wasser verdünnt bloß die Jauche, aber ändert sie nicht wesentlich. Ihr *wesentlicher* Bestandtheil ist also immer der Harn, und zwar der Harn der Rinder und Pferde.

Es ist eine alte und richtige Annahme, daß der Harnstoff darin die Quelle des Stickstoffes sey. Nach unsern vielfältigen Untersuchungen enthält Pferdeharn durchschnittlich in 100 Gewichtstheilen 1—2,5 Procent Harnstoff. Da dieser mehr als die Hälfte an Stickstoff enthält, so ist die mittlere Annahme von 1½ Procent Stickstoff aus 100 Gewichtstheilen frischen Harnes gerechtfertigt. 100 Pfund Harn werden also 1½ Pfund Stickstoff liefern.

Indessen gibt es aber noch andere bis jetzt unbeachtet gebliebene

Stickstoffquellen des Harnes der Rinder und Pferde, auch der Menschen und Schweine. Es sind dieß die stickstoffhaltigen Säuren des Harnes, die Hippursäure der ersteren und Harnsäure der letzteren. Dazu kommt noch viel Schleim bei den Pferden.

Wir untersuchten Mistjauche aus einem Behälter, der sechs Monate lang, und zwar vom Januar bis Mitte Juli, nicht entleert worden war. In diesen lief der Harn von 20 Stück Rindern von allen Altersklassen, Geschlechtern und 6 Racen; er lief aus mit Backsteinen gemauerten offenen Abzugsgräben, nachdem er die festen Exkremente der Thiere überall berührt hatte, ja beim Reinigen des Stalles oft mit ihnen gemischt worden war.

Auch Regenwasser floß vom Dache aus zu, aber es lief nichts von der Jauchengrube ab, obgleich täglich neuer Zufluß kam.

Es war dieß also Jauche, wie sie am häufigsten und unter den gewöhnlichen Verhältnissen vorkommt.

Sie zeigte nur noch 0,5 Procent Harnstoff, und Hippursäure war auf direktem Wege nur mehr in geringer Menge, aber doch noch darzustellen. [1]

Sie enthielt in 100 C. C. 0,48 Stickstoff, in einer Maas 1,68 Mgr. Stickstoff, oder in einem Eimer über 100 Gramme, und erst in 3 — 4 Eimer 1 Pfund, begreiflich noch alle ihre sehr beträchtlichen Kali- und Natronsalze. Wir fanden erstere in der Asche des Pferdeharns z. B. zu 70 Procent.

Wenn nun Jemand den Stickstoff des Pferdeharns, der viel stickstoffreicher ist, und mit einigem Abzuge auch des Rinderharns einen Monat lang fixirte, oder im Zersetzungsprodukt sich erhielte, so würde er 15 Pfund Stickstoff erhalten, aber in einem belästigenden, den Transport zu sehr vertheuernden Mittel, kurz gesagt mit zu viel Wasser. Er würde 30 × 24 = 720 Pfund Wasser oder etwa 6 Eimer haben; er würde 15 Pfund Stickstoff in 7 Centnern haben, während er im Guano ihn in nur einem Centner besitzt. Werden nun dem Harn die Phosphate durch Zumischung von Menschenexkrementen oder Knochenpulver eben so gut wie dem Guano gegeben, so würde Jemand, der den Harn eines Pferdes von einem Monate nebst jenen Zusätzen auf einen Centner Gewicht abdampfen oder eindicken, eintrocknen würde, einen Centner Dungstoff haben,

[1] Dr. Crusius fand in der Rinderjauche zwischen 0,23 bis 0,27 Procent Stickstoff.

der einem Centner Guano an Wirkung gleich seyn müßte. Ein Centner Guano kostet aber bei uns 7—10 fl., und zwölfmal des Jahres dieses wiederholt, würde 84—120 fl. ausmachen.

Warum also sucht ihr Guano für theures Geld, wenn das Material dazu aus euren Ställen oft ganz und gar nicht oder nur sehr nachläßig benützt abfließt?

Aber die Umwandlung in festen, transportabeln, leicht nutzbaren Dünger ohne Verlust der wirksamen Bestandtheile — da steckt die Schwierigkeit! — so wendet man ein.

Die Versuche mit Urate, Poudrette ꝛc. können mit Guano, Knochenmehl, Fischdünger ꝛc. nicht in erfolgreiche Concurrenz gebracht werden. Wir glauben aber, daß jene ältern Versuche nur nicht recht zu Werke gingen und wenig berücksichtigten, was im Dünger vor allem zu erhalten war.

Zu erhalten sind aber vor allem die Stickstoffquellen (Harnstoff, Hippursäure im frischen Harn oder Harnsäure), zuzugeben sind die Phosphate.

Die Zersetzung selbst muß verhütet werden, ohne, wenn sie nothwendig ist, unmöglich zu werden. Es ist ein falscher Weg, den man einschlug, als man darauf ausging, die Zersetzungsprodukte (Ammoniak und seine Salze) festzuhalten, indem man sie obendrein in Verbindungen überführte, die der Vegetation viel weniger zusagen.

Zusatz von Thon, Lehm, Aetzkalk, Dolomit, gebranntem und ungebranntem, ändert bezüglich des Harnstoffgehaltes nichts.

Der Zusatz von Eisenvitriol zum frischen Harn wirkt begreiflich nicht das Ammoniak fixirend, da es ja noch nicht gebildet ist, er bindet aber die organischen Stoffe und verhindert dadurch ihre Erregung der Gährung und Zersetzung des Harnstoffes, erhält also den wichtigsten Bestandtheil des Harns.

Genug, wird alle Ammoniakbildung oder Harngährung während des Verdunstens des Wassers verhütet, so müßte man binnen einem Jahre von den Hausthieren so viel pflanzennährenden Stickstoff erhalten können, daß nach dem gewöhnlichen Preisansatz für ein Pfund Stickstoff sehr erhebliche Einnahmsquellen sich öffnen, resp. der Wirthschaft zufließen würden.

Sey auch der Harnstoffgehalt des Kuhharnes durchschnittlich zu hoch gegriffen, setzen wir ihn selbst auf die Hälfte herab, zu 1½ Procent, so ist der Werth von 45 fl. für Stickstoff im

Harn der Kuh allein per Jahr, ohne festen Dünger, lockend genug, um dieser Stickstoffquelle alle Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Aber die Quelle so zu fassen, daß sie uns den Stickstoff und die Salze so präparirt reicht, wie sie die Kulturpflanzen vor allem brauchen, das ist weitere Aufgabe.

Jedenfalls aber scheint uns die getrennte Bereitung bald der Urate, bald der Poudrette, unstatthaft. Man muß insbesondere bei den Fleischfressern und Omnivoren beide vereinigen; bei den Pflanzenfressern ist aber der Harn so überwiegend werthvoller, als Düngstoff, daß man in Versuchung kommt, zu glauben, die Steppenvölker machten den besten Gebrauch von Kuhmist, wenn sie ihn verbrennen.

20 Kühe, darunter 3 Jährlinge, ohne Einstreu beobachtet, liefern in 24 Stunden 140 bayrische Maas eines von Beimischung von Exkrementen etwas trüben Harnes. Bei $2^1/_2$ Pfund per Maas gerechnet, ergaben sich 350 Pfund oder $17^1/_2$ Pfund per Stück.

Wird Kuhharn bei gewöhnlicher Stroheinstreu in besonderen Gruben aufgefangen, so erhält man (Winterfütterung) in 24 Stunden 5—6 Pfund vom Stück, verschieden nach der Art der Einstreu.[1]

§. 6.

Auswürfe der Vögel.

Die Auswürfe der Vögel sind, da feste und flüssige gemischt sind, die wirksamste Zusammensetzung von allen, selbst von denen, die Pflanzenfresser, noch besser begreiflich von denen, die Fleischfresser sind.

Ihre Exkremente sind deßhalb auch durchweg ätzend, wenn sie an der Stelle ihrer Anwendung sich erst zersetzen und concentrirt angewandt werden.

[1] Nach einer Analyse von Tharandt enthielten 1000 Pfd. frischen Urins:

Bestandtheile.	von Kühen (bei Heu- und Kartoffelfutter).	von Mastochsen (ohne Salzgabe).	von Mastochsen mit starker Salzgabe.
Feste trockene Stoffe	80	$67^1/_5$	$74^1/_2$ Pfd.
Darin Stickstoff	8	$12^1/_4$	$10^7/_{10}$ "
" mineralische Stoffe . .	20	$12^4/_5$	$15^4/_5$ "
Darunter Phosphorsäure . . .	—	$^1/_{100}$	$^1/_{66}$ "
" Kochsalz	1	$1^1/_4$	$2^1/_{10}$ "
Ungefährer Geldwerth:	68 Sgr.	92 Sgr.	80 Sgr.

Man sollte nicht denken, daß eine Gans, welche den ganzen Tag nur Gräser oder grüne Pflanzentheile verzehrte, Auswürfe absetzen sollte, die so stickstoffreich sind, daß ihre Ammoniakbildung ätzend auf die umgebende Vegetation wirkt. Aber die zugemischten Harnbestandtheile erklären die Erscheinung, und die bevorzugte Verzehrung der Gräser das Uebrige, nämlich das allmählige Verschwinden der letzteren und das Vorherrschen der sogenannten Gänsekräuter, des Gänseblümchens, des Gänsekrautes, kurz der Pflanzen, welche einen Anger charakterisiren.

Daß der Mist der Tauben werthvoller ist, weil wenig verdünnt und von dem Reste der besonders bevorzugten, stickstoffreichen Hülsenfrüchte herstammend, ist bekannt. Die Exkremente der Enten, Allesfresser des Wassers, sind eben so wechselnd wie jene der Schweine, Allesfresser des Festlandes; bei beiden ist der Grad der hier besonders leichten Luxusconsumtion entscheidend.

§. 7.

Guano.

Das größte Aufsehen hat schon seit H. Davy der Guano, der sogenannte Vogeldünger einiger Inseln und des Festlandes des östlichen tropischen Amerika, auch der entsprechenden Breiten Afrika's und, wie man neuerlich angibt, einiger Klippen am arabischen Golf gefunden.

Indessen ist der Stammbaum strittig geworden, und man behauptet, daß dieses interessante, alle der Vegetation besonders günstige Nährstoffe in der besten Zurichtung enthaltende Produkt von verwesten, unter dem Einfluß der Trockenmoderung so gewordenen Thierleibern (Seelöwen, Seehunden 2c.) herrühre.

Der Guano deutet auch nebenbei auf den Weg der Bereitung intensivsten Düngermaterials mittelst Mischung der festen und flüssigen Exkremente und Vorbereitung durch Trockenmoderung ohne Verlust zur geeignetsten Pflanzennahrung.

Die festen und flüssigen Auswürfe fleischfressender Thiere, die eingetrockneten Auswürfe der Pflanzenfresser müssen zu demselben Werth gebracht werden können.

Der ächte Guano ist begreiflich von der verschiedensten Zusammensetzung, was den klimatischen Einflüssen zunächst zuzuschreiben ist.

Seine wesentlichen Bestandtheile sind Ammoniak (kohlensaures,

harnsaures, schwefelsaures, phosphorsaures, oxalsaures), Phosphate und Alkalien.

Nach Stöckhardt:

Stickstoff	wechselnd von		0,4	12,56
Organische Stoffe	„	„	6,8	59,1
Kalisalze	„	„	Spuren	2,9
Natronsalze	„	„	0,5	4,0
Phosphorsaure Erden	„	„	9,5	60,0

Gyps, Kalk und Magnesia in Spuren.[1]

Man schätzt den Guano um so höher, je mehr er Ammoniak enthält, und begnügt sich, den Gehalt von Ammoniaksalzen und Phosphaten bloß anzugeben. Die höchsten Gehalte davon zeigen die peruanischen, in denen 17—18 Procent Ammoniak sich finden. Andersons frischer Guano, jüngste Ablagerung, ist wohl nicht Guano zu nennen.

§. 8.

Auswürfe der Menschen.

Endlich sind noch die Exkremente der Menschen näher zu würdigen.

Dieselben bestehen vorwaltend aus unverdauten und unverdaulichen Speiseresten. Von den ersteren ist es immer etwas Fett (in großer Menge bei übermäßiger Zufuhr und außer Verhältniß gegeben), dann sind es einige Stärkmehlreste, Muskelfasern, bei Fleischgenuß Knochenreste, Pflanzenzellen, welche die festen Theile der Exkremente ausmachen. Die Produkte der Gallenzersetzung aber, immer viel geringer, als die ganze Gallenabsonderung schließen ließe, trüben die Untersuchung nicht wenig, geben aber nach von uns selbst und anderen angestellten Versuchen vorzugsweise Farbe

[1] Per. Guano (nach Way) im Durchschnitt,

Wasser	13,09	Procent.
Organische Substanz und Ammoniaksalze	52,61	„
Phosphorsaure Erden	24,12	„
Salze von Alkalien	8,78	„
Sand	1,54	„
Durchschnittlicher Ammoniakgehalt	17,41	„

In anderen Guanosorten wechselt der Ammoniakgehalt von 1,47 bis 21,10 „

Der Phosphorsäuregehalt von 17,22 „ 56,46 „

und Geruch. Ueberdieß findet sich ein gerinnbarer, stickstoffhaltiger Körper.

Man sieht, daß sich von diesen Resten und den Ausscheidungen des rückbildenden Stoffwechsels auch der Werth der menschlichen Exkremente als Düngstoff beurtheilen läßt.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost und im gesunden Zustande in 24 Stunden 120—180 Gr. halbfester Massen, worin 30—45 Gr. trockener fester Materie sind, also etwa 25 Procent. Ihre Untersuchung führt vorerst weiter durch das Mikroskop, als die chemische Analyse. Berzelius fand darin 14 Procent Schleim, Gallenharz, Fett 2c., 0,90 Procent Gallenstoff und 0,90 Procent Eiweiß nebst 2,70 Procent eigenthümlichen Extraktivstoffes.

Sie enthalten 15 Procent Asche, die sich durch 10 Theile phosphorsaure Kalk- und Talkerde und vorzüglich Kali-, auch Natrongehalt auszeichnet.

Der Stickstoffgehalt der Exkremente wird zu 3,4 Procent angesetzt. Sie enthalten alle Mineralbestandtheile der Pflanzen und die festen Exkremente sind recht eigentlich die Mehrer der Erdpflanzennahrung, wie der Harn die Grundbedingungen der atmosphärischen Pflanzennahrung im Ammoniak am reichlichsten enthält. Dieß ist jedoch nur bei Fleisch- oder Allesfressern gültig, bei Pflanzenfressern viel weniger.

Wegen der beim Menschen so außerordentlich häufigen freiwilligen oder gezwungenen Luxusconsumtion sind die Auswürfe desselben sehr hoch stehend in ihrem Düngerwerthe, und nur die rasche Wirkung derselben und die nicht passende Form wagen es oft, sich ihrer besten Benützung entgegenzustellen.

Den überflüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus auch durch die Nieren.

Ein erwachsener Mensch läßt durchschnittlich bei geregelter Diät 900—1450 Gr. Urin. Die Menge zugeführten Wassers, gehinderte Transpiration, wasserreiche Kost überhaupt ändern dieß Verhältniß sehr verschieden ab. Die feuerbeständigen Salze desselben wechseln von 9—17 Gr. Der Harn der Frauen enthält weniger Harnstoff und Salze als jener der Männer. Bei Genuß von Fleischspeisen mehrt sich der Harnstoff bedeutend, er steigt auf ein Plus von $^2/_5$ gegenüber dem Quantum bei gemischter Kost.

Ein gesunder Mann excernirt in 24 Stunden 22—36 Gr.

Harnstoff bei kräftiger gemischter Kost. Ein zehnmal schwereres Thier auch in der Regel zehnmal so viel Harnstoff, wenn es ähnlich dem Menschen sich nährt. Nach Frerichs kommen auf 100 Gr. Gewicht eines Thieres bei Fleischnahrung 5,94, bei vegetabilischer Kost 4,43, ohne alle Nahrung nur 1,02 Harnstoff. Der Harn der Gesunden und Erwachsenen hält 2,5—3,2 Procent Harnstoff. Ein 30 Gr. Harnstoff täglich ausscheidender Mann liefert bei der geringen Annahme von der Hälfte Stickstoff in 100 Theilen 15 Gramme Stickstoff, also in 1 Jahre 9 Pfunde, was als Düngmaterial benützt einem Werth von 4 fl. 30 kr. gleich käme. Werden die Phosphate und andere Harnsalze, insbesondere noch die stickstoffhaltende, freilich nur mit 1 Gr. per Tag zu veranschlagende Harnsäure, der Blasenschleim 2c. dazu gerechnet, so wird eine Schätzung von 6 fl. absoluten Düngerwerthes per Mann im Harn ein sehr mäßiger Ansatz seyn. Eine Kaserne mit 1000 Mann sollte also im Harn allein 6000 fl. per Jahr zu gut zu machen im Stande seyn, und mit den festen Exkrementen wenigstens noch 2000 fl., also 8000 fl., wenn auch der relative Werth (Ausgebot und Nachfrage) die Grundlage des Preises ist.

Nach Stöckhardt enthalten die Exkremente der Menschen in 1000 Theilen:

Bestandtheile.	Frische Exkremente.	Frischer Urin.
Feste Stoffe überhaupt . .	250	40
Darin Stickstoff	7	10
Mineralstoffe	16	11
Darin Alkalien	3½	2
Darin Erden (Kalk, Talk) .	5½	¼
Phosphorsäure	5½	1½
Kochsalz	⅛	7

Die getrockneten Exkremente der Menschen werden, mit verschiedenen pulverförmigen Körpern gemengt, als Poudrette in den Handel gebracht. In 100 Pfd. derselben können 3 Pfd. Stickstoff, 2½ Pfd. Phosphorsäure, 1½ Alkalien und 2½ Erden angenommen werden.

§. 9.

Thierische Abfälle.

Den thierischen Auswürfen reihen sich als Dungstoff die thierischen Abfälle an. Unter diesen sind zunächst Knochen, Fleisch, Blut, Hufe, Klauen und Hornspäne, Massen kleinerer oft schädlicher

Thiere (z. B. Maikäfer, Eintagsfliegen), Seethiere, darunter Abfälle der größeren Fischereien (Fischguano) u. dgl. zu verstehen.

§. 10.

Knochen, Blut, Fleisch, Horn — Urate und Poudrette.

Die Knochen bestehen fast zur Hälfte aus Erde und zur anderen Hälfte aus Knochenleim (Gallerte). Die Knochenerde besteht aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk und etwas Talkerde, von denen die Rede war. Der reine Knochenleim enthält in 100 Theilen seines Gewichts 18 Theile Stickstoff. Daß derselbe bei den weißgebrannten Knochen verschwunden, bei der Knochenkohle bereits sehr zersetzt und kaum mehr in Spuren vorhanden ist, sey erwähnt. In den frischen und gepulverten Knochen zersetzt sich der Knochenleim bei Einfluß von Luft und Feuchtigkeit bald und liefert dann im Ammoniak die bekannte Pflanzennahrung. Gekocht wird von den Knochen außer Fett auch etwas Leimsubstanz, aber nur bei sehr hoher Temperatur oder von jungen knorpeligen Knochen abgegeben, was unter Dampfdruck bis zur Aufschließung gehen kann. Mit Schwefelsäure aufgeschlossen, erleidet der Knochenleim wohl eine Veränderung, aber es ist über die Art derselben soviel wie nichts bekannt. Man weiß nur, daß der reine Knochenleim durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure unter Bildung von Leimzucker und Leucin zersetzt wird. Daß die Gerbsäure den Knochenleim unlöslich macht, dürfte beachtet werden, wenn neben Knochendüngung Vegetabilien mit starkem Gerbsäuregehalt auf den Acker kommen (z. B. Laubstreu).

Man nimmt im großen Durchschnitt in 100 Pfd. Knochen nur 3—4 Pfd. Stickstoff an, in Knochenkohle nur $^3/_4$—1 Procent.

Das Blut ist als die Quelle aller Neubildungen am reichsten an den Grundlagen zu pflanzennährenden Stoffen. Es enthält in den Blutkörperchen (Blutzellen) an 30 Procent stickstoffhaltige Substanz (Hämatin und Globulin), und in der Blutflüssigkeit über 8,2 Procent Fibrin und Albumin; überdieß Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kali und Natron in der Asche.

§. 11.

Oelkuchen und Malzkeime.

Zu den organischen Düngermitteln müssen auch Oelkuchen gezählt werden, obgleich sie zur Zeit nur selten mehr als solche, sondern vielmehr als Futterstoffe benützt werden.

Nach Tharandter Analysen enthalten:

1000 Pfund Repskörner	1000 Pfund Repsstroh,	
960 „ „	960 „	organische Stoffe,
360 „ „	— „	darin Oel,
36 „ „	5 „	Stickstoff,
40 „ „	40 „	unorganische Stoffe,
10 „ „	10 „	darin Kali und Natron,
10 „ „	18 „	Kalk- und Talkerde,
18 „ „	4 „	Phosphorsäure,
½ „ „	4 „	Kieselerde.

Sowohl Stroh wie Körner sind somit reich an Pflanzennahrungsstoffen, begreiflich nicht minder zur Thiernahrung. Indessen kommen nur die ausgepreßten Kuchen zu dieser Verwendung, deren Gehalt an Stickstoff, Oel und Salzen nach Art der Oelgewinnung und der Samen selbst verschieden ist.

§. 12.

Streumaterialien.

Der Mist wird mit Zusatz formgebender Substanzen in seiner Güte bedeutend alterirt. Je nach der Möglichkeit rascher oder langsamer Zersetzung und den diese begleitenden Gährungserscheinungen, je nach der aufsaugenden Eigenschaft derselben, dann nach dem Gehalt pflanzennährender Stoffe werden Streumaterialien verschieden beurtheilt werden müssen.

Der Torf, zunächst die Abfälle desselben, der Torfmulen, der leichte Rasentorf, der bereits in Zersetzung begriffene Abraum der Torflager wird zur Einstreu empfohlen. Seine Eigenschaften sind schon früher erwähnt worden. Daß es dem Torf nicht an Kraft fehlt, düngende Flüssigkeiten, wie Urin, Jauche u. dgl. einzusaugen, ist bekannt, auch daß er mit Alkalien und ätzenden alkalischen Erden (Asche, Kalk, Ammoniak) zusammengebracht, sich rascher zersetzt und besondere Befähigung zur Fruchtbarkeit annimmt

Ein großer Reichthum von Humus (Moorboden) soll die Pflanzen befähigen, weit größere Mengen löslicher Salze im Boden ohne Nachtheil zu vertragen, Humus sey ein Regulator der Düngemittel (Stöckhardt), was näher zu erweisen wäre.

Nach Dr. Krutzsch ergibt sich folgende Grundlage zur Beurthei-

lung der chemischen Eigenschaften der Streumaterialien in 1000 Theilen:

	Roggenstroh.	Abgefallenes Buchenlaub aus der Waldstreu.	Fichtennadeln.	Kiefernadeln.	Heidekraut.	Waldmoose.	Sumpfmoose.
Organ. Stoffe	970	930	930	970	970	960	960
Stickstoff . .	3—5	8	13,0	10,0	10,0	11,0	—
Alkalien . .	5,5	5,3	0,8	1,3	3,0	4,0	3,3
Kalk- u. Talkerde	3,5	18,5	10,2	7,0	7,0	6,0	4,0
Phosphorsäure	1,3	3,7	4,8	2,2	1,0	3,5	1,0
Kieselerde . .	18,0	26,6	40,0	2,0	12,0	10,0	24

Daß die Durchschnitte von Waldmoos und Sumpfmoos bei verschiedenen Arten, namentlich der das erste zusammensetzenden Moose, auch im Aschengehalt sehr wechseln, ist kaum zu erwähnen; diese Analysen gelten überhaupt nur als Exemplifikationen. Wir selbst fanden in Sphagnum acutifolium aus Mooren mit Kalkunterlage mehr als 50 Procent kohlensauren Kalk in der Asche, während sie bei Exemplaren, die vom Boden mit Kieselsand herrührten, fast völlig frei davon war.

Nicht der geringe Gehalt an pflanzennährenden Stoffen ist es, der die Streumaterialien für sich angewandt weniger wirksam erscheinen läßt, sondern die schwere Löslichkeit der Nährstoffe darin, die spärliche, weil sehr allmählige Befreiung derselben, um der Vegetation zu gut zu kommen.

Ihr weitaus größter Nutzen liegt in der Fähigkeit, die flüssigen Exkremente der Thiere, gerade die besten und am schnellsten wirkenden, zu absorbiren und als ihr bestes formgebendes Mittel zu dienen.

Nach von uns angestellten Versuchen lieferte eine Kuh im Durchschnitt täglich 17 Pfund Urin, der ohne Einstreu aus dem Stalle ablief. Mit Stroheinstreu lieferte sie nur mehr 5 Pfund im Durchschnitt.

Zugleich wird durch den flüssigen Dünger die Zersetzung von Streumaterialien in der bestbekannten Weise gefördert. Sie sind die besten formgebenden Stoffe im Mistrecepte vorerst, in zweiter Reihe kommt erst ihre chemische Wirkung, welcher auch in agronomischer Beziehung die physikalische vorgeht.

Das rationellste Streumaterial ist gewiß die Erde selbst, die Erdstreu. Woher sie hinreichend nehmen?

Die unversiegliche Quelle der Erdstreu ist das Feld selbst, falls es einen passenden Untergrund hat. Diesen hat es immer, nur allein Felsen und Kiesgerölle ausgenommen. Lehm, Thon, Sand, Torfmulen, Kalkboden, Mergel passen vollkommen. Eine Kuh brauchte bei 1 Kubikfuß Erdeeinstreu täglich bei vollkommener Stallfütterung im Jahre 365 Kubikfuß Erde im halbtrockenen Zustande, deren Gewicht zwischen 40 — 60 Pfund per Kubikfuß, also im Ganzen 146—219 Centner schwankt. Die Erdstreu beträgt so reichlich das Zehnfache des Gewichtes der für gewöhnlich angewandten Wald- oder Strohstreu, d. h. man hat also zehnmal mehr Gewicht in und aus dem Stall und auf das Feld zu schaffen. Braucht man 8 Pfund Waldstreu (wegen geringerer Einsaugefähigkeit) für ein Stück per Tag, so macht das per Jahr 29¼ Centner oder 1½ trockene Fuhren, die 1½—4½ fl. im Ankauf und auf den üblen Waldwegen leicht 3 fl. Fuhrlohn kosten. Das wären in höchster Annahme 7½ fl. Auslagen. Die Einfuhr von durchschnittlich 200 Centner Erde in zehn Fuhren würde aber, als Rückfracht beim Mistfahren und in kleinen Quantitäten mittelst Aufladens durch den Knecht selbst doch auf 10 fl. sich berechnen. Dasselbe würde beim Ausfahren des Mistes, der anstatt 182 Centner durchschnittlich für ein Stück (50 Pfund Mist täglich mit Waldstreu) nunmehr 82—102 Pfund täglich mit Erdstreu und sammt dem Urin sogar 102 — 122 Pfund, also per Jahr 372 — 445 Centner, somit das Doppelte bis Dreifache im Gewicht betragen würde, der Fall seyn. Der Urin muß indessen in guter Wirthschaft auch ausgefahren werden und wenn er ohne Einstreu weniger wiegt, so ist's eben, weil er verschwendet wird. Dann bleibt nur das Doppelte des früheren Gewichtes.

Es wird begreiflich bei Ein- und Ausfuhr Alles auf die Nähe oder Entfernung des zu beziehenden Streumaterials ankommen. Gesetzt aber, der Fuhrlohn betrage für eine Fuhr Mist von 20 Centnern bei einer gewissen durchschnittlichen Entfernung der Felder nebst Aufladen 1 fl., so werden 182 Centner Waldstreumist von einer Kuh 9 fl. auszufahren kosten, 360 Centner Erdstreumist von einem Rinde aber das Doppelte oder 18 fl.

Wird nun das Mehr von 9 fl. bei der Ausfuhr und von 2 fl. 30 kr. bei der Einfuhr für ein großes Rind, das täglich zwischen

20—22 Pfund Heuwerth als Futter und 7—8 Pfund Waldstreu oder einen Kubikfuß Erdstreu erhält, aufgewogen durch die anderweitigen Vortheile der Methode? Wir können uns mit Bloks Angabe, daß ja jeder Landwirth das Mehr von Dünger gern hinnehmen werde, ohne es in Rechnung zu ziehen, nicht zufrieden geben. Was kostet das Mehr und was trägt es ein? Elf Gulden für den Mist, den eine Kuh jährlich liefert, mehr bezahlen, das ist viel! namentlich erscheint es dem Thoren viel, der gar nicht weiß, was der Mist werth ist. Wenn aber ein Centner gewöhnlichen Waldstreumistes 10 kr. jetzt werth ist (Strohmist rechnet sich auf 15—16 kr. heraus), so sind jene 182 Centner Waldstreumist 30 fl. werth, was ist dann das Dreifache von Erdstreumist mit dem Urin, da der Urin allein eben so viel düngt, als die festen Auswürfe, werth?[1]

Da im Erddünger

1) weder bei Zersetzung der festen noch der flüssigen Auswürfe nährende Stoffe, insbesondere Ammoniak entweicht, da

2) das Gewicht des flüssigen Düngers durch Wasserzufluß (Regen, Schnee) nicht vermehrt wird, während Stoffe nicht weggeführt werden, weil er gar nicht als Flüssigkeit ins Freie gelangt, sondern ein Kubikfuß Erde reichlich den täglichen Urin eines Rindes einsaugt (sogar die Hälfte reicht schon hin);

3) weil durch Zusammenbringen der Alkalien und alkalische Erden enthaltenden Erdstreu mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der festen und flüssigen Auswürfe, insbesondere schon in der höheren Stalltemperatur die Salpeterbildung sehr früh eingeleitet, also der Mist gleichsam verdaulicher und rascher wirksam gemacht wird,

4) weil endlich alle thierischen Auswürfe durch ihn auf die beste und naturgemäßeste Weise aufgenommen werden, so ist ein Centner Erdstreudünger das Doppelte von einem Centner Waldstreudünger werth, d. h. jene 546 Centner Erddünger sind 60 fl. und nach Abzug der Mehrkosten durch Aus- und Einfuhr von 11 fl. 30 kr. (in höchster Annahme) noch immer 48 fl. 30 kr. werth.

[1] Blok, der die Erdstreu vor 22 Jahren zuerst empfahl, aber keine entsprechende Methode angab, berechnete die Handarbeit, um eine Fuhr Erde mit 25 Kubikfuß zu laden, zu fahren und abzuladen, auf 11 Pfennige, was offenbar viel zu wenig ist, wie denn überhaupt seine Berechnung sehr mangelhaft für unsere Zeit erscheint.

Wie nun erst, wenn Jemand dungkräftige Erde — wie Mergel oder Torfmulen — und zwar nahe am Stalle und keine entfernte, dafür aber arrondirte Felder hat?

Der erste Haupteinwurf gegen die Erdstreu, nämlich der der größeren Unkosten, ist also widerlegt. Die Erdstreu ist eine Düngerbereitung im Stall, welche den neueren Gesetzen der Landwirthschaftslehre sehr vollkommen entspricht.

Ein großer französischer Landwirth, de Gasparin, ließ vor einigen Jahren 7 Jahre alten Erdstreudünger untersuchen, und man fand noch denselben Stickstoffgehalt darin, wie früher![1] Der strohige Stallmist aber kann in einem Jahre, in Luft und Wetter liegend, $^2/_3$ seines Stickstoffgehaltes verlieren, von den übrigen Salzen, die leicht ausgewaschen werden, nicht zu reden.

Von einer zur Einstreu von mir verwendeten halbtrockenen Erde (Kalkboden), wie sie durch die Finger rollt, wog der bayerische Kubikfuß 45 Pfund 30 Loth, also 46 Pfund,[2] welche noch 34 Procent Wasser enthielten, also 15,6 Pfund.

Angenommen, ein Rind gebe täglich 20 Pfund Harn und zwar in fünf verschiedenen Zwischenräumen, so zeigte, mit solchem Harn der Kubikfuß in Zwischenräumen so übergossen, daß 40 Pfund Harn eingesaugt wurden, die Wägung, daß der Kubikfuß nunmehr nur 70 Pfund wog, also nur um 24 Pfund schwerer geworden war. Es waren also 16 Pfund in der Stalltemperatur (14° R.) verdampft. Der dazu verwendete Harn war im Stall selbst, also etwas mit thierischen Exkrementen, aber durchaus nicht mit Wasser verdünnt, aus einer cementirten Vertiefung in einer Rinne aufgefangen worden. Er hatte ein spec. Gewicht von 1,040 und war innerhalb 24 Stunden erhalten worden.

Neuerlich erzählte ein Gutsbesitzer aus der Nähe von Bremen, daß er mit großer Zufriedenheit die Erdstreu schon seit zwei Jahren

[1] Der Stickstoffgehalt des Erdmistes war nach einer Analyse Payens, genommen von H. Malingie's Stallungen, wo lange schon nur mit Erde eingestreut wurde, 0,40 in 100 Gewichtstheilen, also dasselbe ungefähr, wie im Strohmist. Wenn man aber bei Erdeinstreu dem Gewichte nach dreimal so viel Dünger erhält, so gewinnt man durch sie auch das Dreifache des Stickstoffgehaltes.

[2] Ein Kubikfuß Lehm oder Glimmersand, mäßig feucht, wogen fast ganz gleich 59 Pfund 30 Loth, also 60 Pfund bei sehr mäßiger Trockenheit. Der Erste schluckt die Hälfte seines Gewichtes Wasser ein, ohne Etwas ablaufen zu lassen.

benütze. Der Mann ließ aber hinter dem Stand der Kühe den Boden ½ Fuß vertiefen und noch 3—4 Fuß breit fortsetzen. Täglich zweimal (beim Füttern) ließ er mit einer langgestielten hölzernen Hacke die festen Auswürfe in die Vertiefung ziehen; der Urin floß von selbst hinein, und nun streute er täglich 3 Kubikfuß Erde, für eine Kuh berechnet, darauf. Er mistete dann nur alle vier Wochen aus und erhielt in etwa fünf Monaten von sechs Kühen 108 Fuder Erdmist, jedes zu 32 Kubikfuß gerechnet.

Diese Art ist die reinlichste von allen. Wir nennen sie die friesische Methode, kennen sie aus Erfahrung, da wir sie selbst mit bestem Erfolge anwanden und halten durch sie den zweiten Haupteinwurf der größeren Unreinlichkeit für entkräftet. Nicht unter die Hinterfüße, sondern in großen Rinnen hinter dieselben wird eingestreut oder eigentlich Mist bereitet. Wir ließen alle Abende etwas Stroh, gleich wie es bei den Pferden geschieht, unter den Leib der Thiere, jedoch nicht bis zu dem Hintertheil ziehen, früh wurde es an den Barren geschoben und somit nie feucht. Da die Rinder bei Stallfütterung in der Regel nur früh und Abends zur Futterzeit aufstehen, fressen und ihre Ausleerung vollziehen, so hat der Viehwärter auch nur um diese Zeit die letzteren zu kehren. Da er ohnedieß jetzt im Stalle beschäftigt ist, so geht dieß leicht mit dem Uebrigen. Ist ein Stall, wie sich's gehört, mit geplatteten, gemauerten oder mit Holzbohlen belegten, abschüssigen Böden in den Ständen versehen, so ist nichts Neues einzurichten, als eine breitere Rinne anstatt der flachen gewöhnlichen, vielleicht auch Schupfen oder eine Kammer im Stall, ein Verschlag für die Aufbewahrung des Erdstreuvorraths. Wenn freilich der Stall nur ein mit dünnen Wänden umgebenes und mit einem Dach versehenes dumpfes Loch ist, dann kostet die Einrichtung mehr, weil es eben gar kein Stall ist.

§. 13.

Compost.

Etwas von der Düngerlehre früherer Zeiten, dem Englischen Entlehntes, ist so weit bereits in der landwirthschaftlichen Praxis selbst bis in die entferntesten Regionen gedrungen, daß selbst der fremde Namen leichter verständlich, als der erst später angehängte deutsche geworden ist. Wir meinen den „Compost" oder Mischdünger.

Die gemeinste Vorstellung begreift darunter alle Abfälle aus Haus und Hof, auf einen Haufen geworfen und so nach weiterer Zersetzung benützt. Dergleichen wird bereits allüberall in Anwendung gebracht, selbst bei denen, die den Mist auswaschen und die Jauche weglaufen lassen.

Eine bessere Meinung beschäftigte sich endlich mit der kunstmäßigeren Zusammensetzung derselben, indem sie bestimmte Stoffe zu mischen lehrte. Es ging ihr beim Mangel an rationeller Begründung ihres Verfahrens wie den alten Theriakärzten, die sechzig Arzneimittel und noch mehr zu einem Quark mischten, und niemals zu sagen im Stande waren, was sie für ein Endprodukt erhielten, noch weniger, was es für seinen Zweck leiste. Gerberlohe und Fleischabfälle, Aetzkalk und verweste stickstoffhaltige Düngermittel zusammengebracht, wirken eben so oft zweckwidrig im Compost, wie Säuren mit Alkalien u. dgl. in Recepte gemischt.

Die neuere Zeit verlangt naturwissenschaftliche Ordnung im Compost und verbietet Mischungen, deren Gesammtwirkung gleich Null ist, wenn auch die einzelnen Zuthaten für sich trefflich sind.

Nur ein vollendeter rationeller Landwirth kann rechte Recepte zu Composten schreiben und die besten Agrikulturchemiker können in ihren Düngerpräparaten nicht mehr. Der vollendetste Compost ist daher das Düngerideal.

Was sich indessen der landwirthschaftlichen Praxis zur Compostbereitung für gewöhnlich darbietet, ist äußerst mannichfaltig: Erden aller Art, Aschen, Kohlen, Bauschutt, Straßenkoth, Schlamm, Schlacken, Kehricht, Pflanzen und Holztheile, Blut, Horn, Klauen, Hufe, Haare, Leder, Unkräuter, Waschwasser, Spülicht und Abfälle aus Fabriken der verschiedensten Art.

Es hieße die ganze Lehre von der düngenden Kraft der Körper und ihr Verhalten in Lösung und ohne sie wiederholen, wollten wir die Grundlage zu ihrer richtigen Behandlung angeben. Die ganze Agrikulturchemie strebt ja dem Ideal der düngenden Quintessenz nach, in bestem Sinne zu nehmen. Verwitterung der mineralischen Bestandtheile (Aufschließung) und Gährung wie Zersetzung der organischen Composttheile ohne Verlust beider, jedoch im geringen leicht transportablen Maaße, zu befördern, das ist die letzte Aufgabe der Compostbereitung.

Die Körper, die hiezu benützt werden, sollen also vorerst selbst

verwitterbar oder gährungsfähig seyn, dann müßten die äußeren Bedingungen für beide, Wärme und Feuchtigkeit, endlich Hülfsmittel (Gährungserreger) gegeben werden.

Besondere Gährungserreger sind thierische Abfälle, flüssige zunächst; leicht gähren und zersetzen sich junge Pflanzen und Thiertheile, viel schwerer ältere Pflanzentheile und Horngebilde der Thiere. Säuren, Humussäure des Torfes, Gerbsäure vieler Pflanzentheile hemmen die Gährung. Ihnen entgegen wirken die Alkalien (Aetzkalk, Asche, Sodaabfälle), theils dadurch, theils auch durch die Reihe von weiteren Zersetzungen, die sie in organischen und unorganischen Körpern einleiten.

Mäßiger Wasserzusatz, am besten in Form von Urin oder Jauche, öfteres Wenden (Verkleinern der Theile) unterstützt den Proceß, begünstigt aber auch das Entweichen der gasförmigen Nährstoffe der Pflanzen, vorab der stickstoffhaltigen wie der Kohlensäure. Das ist überhaupt der häufigste Nachtheil der Compostbereitung, daß ohne Luftzutritt, Wärme und Feuchtigkeit kein Aufschließen und Zersetzen möglich ist, damit aber noch Verlust von nährenden Stoffen unvermeidlich wird. Die Mittel, dieß zu verhindern, wirken entweder entgegen, oder sind zu voluminös oder zu kostspielig, indem sie in letztem Falle in das Gebiet der Kunstdünger übergehen und dann alle Hülfsmittel der Naturwissenschaft in völlig correcter Weise in Anspruch nehmen.

Mit noch geringerem Erfolg sind die ausschließlich mineralischen Composte gepflegt worden, obgleich zuverlässig in ihnen der Ausgangspunkt bei der Bereitung aller Kunstdünger ruhen sollte. Was in den Composten besonders zu schätzen ist, wird aus der Lehre von der natürlichen und künstlichen Pflanzennährung von selbst klar.

§. 12.

Schlüsse.

1) Die Anwendung langsam sich zersetzender und schwer löslicher Düngerbestandtheile geschieht, wenn wirthschaftlich thunlich, am besten bald, vor der Feldbestellung, nach Gewinnung des Düngers.

2) Die Anwendung leicht löslicher geschieht wirthschaftlich am besten unmittelbar zu der Zeit, wo ihre Bestandtheile wirken sollen; treibende und reifende Dünger, daher fraktionirte Düngung.

3) Die zeitige Unterbringung organischer Düngermaterialien

unter die Erde ist aus Gründen ihrer chemischen wie physikalischen Wirksamkeit in der Regel vorzuziehen.

4) Die flüssigen Exkremente der Thiere (Harn) sind als Düngerstoffe den festen mehr als um das 3—4fache an unmittelbarer Wirksamkeit überlegen.

5) Mittelbar wirksam durch die Erscheinungen bei der Gährung, durch Vermittlung und Regelung von Feuchtigkeit und Wärme, Veränderung der Cohäsion und Absorption von Gasen, Förderung der Löslichkeit mineralischer Nährstoffe, sind zunächst organische Dünger, feste Exkremente. Der Dünger ist auch klimatisches Corrigens.

6) Weder Flüssigkeiten noch Gase sollen von der Jauche und dem Misthaufen oder von anderen Düngerstoffen entweichen.

Starke Säuren binden das Ammoniak (Zusatz von Schwefelsäure, Salzsäure, auch Gyps, Eisenvitriol). Aetzende Alkalien und Erden verhindern, wie auch der Eisenvitriol, Gerbsäure ꝛc. die Zersetzung organischer Stoffe, also schon die Bildung des Ammoniak und pflanzennährender Gase überhaupt (Zusatz von gebranntem Kalk oder Eisenvitriol, auch Asche, zu frischen Exkrementen, festen wie flüssigen). Dieses Verhindern darf nicht zu weit gehen, weil eben das Freiwerden der Produkte der Fäulniß, Vermoderung und Verwesung die Eigenschaft, Pflanzen zu nähren, bedingt.

7) Aufgabe zur Bildung eines Composthaufens ist der Aufschluß pflanzennährender Stoffe und die Erhaltung des Aufgeschlossenen und Löslichen in einer zur Aufnahme in die Pflanzen tauglichen Form. Compost kann nur nach einem auf agrikulturchemische Grundsätze gestützten Recepte angelegt werden; ebenso die Bereitung von Kunstdüngern.

8) Das Liegenlassen des Mistes im Stalle unter dem Vieh vermehrt seine Dungkraft.

§. 15.

Mistpflege.

Die Auswürfe der Thiere, feste wie flüssige, enthalten also Alles, was die Pflanzen ernährt. Die Pflanzen haben nach der Ernte nun den Weg durch unsere oder unserer Thiere Mägen genommen und ersetzen als Auswürfe dem Felde wieder, was ihm in der Ernte genommen ward.

Wenn das ist, wie Niemand bezweifelt, so muß doch die erste aller Regeln im Feldbau seyn, den Mist gut zu warten und zu pflegen. Er will aber 1) im Stall, 2) im Hofe und 3) auf dem Felde bestens gepflegt seyn.

I. Im Stall.

Um viel und guten Mist zu machen, muß gut eingestreut werden. Warum denn? die Streu allein und wäre es selbst Stroh, ist doch ein ganz schlechter Dünger, wie Jeder erfahren wird, der seinen Acker mit einer Fuhr Stroh statt mit Mist düngt. Die Ursache ist, weil die Streu den Urin der Thiere, ihre flüssigen Auswürfe auch aufnimmt, gleichsam einsaugt und dieser Urin ist dreimal soviel wirksam wie die festen Auswürfe. Aber das Stroh, noch weniger das Laub nimmt weitaus nicht allen Urin auf, sondern $^2/_3$ bis $^1/_2$ laufen erfahrungsgemäß im Durchschnitt weg. Darum ist auch die Erdstreu ein so vortreffliches Streumittel, wenn man die Stallrinnen breiter und tiefer macht, mit trockner Erde ausfüllt und früh und Abends beim Füttern den Mist der Thiere hineinkehrt oder schaufelt. Der Urin lauft dann von selbst dahin und kein Tropfen kommt zum Stall hinaus, wenn immer zeitweise neue Erde zugebracht wird. Je mehr eine Streu Urin auffaugt und je leichter sie später verfault, um so besser ist sie. Ob weich oder hart, ist Larifari, denn Kuh und Ochs legen sich überall auf die Erde, um zu ruhen, und überdieß kann man ihnen ja unter den Vorderfüßen immer etwas Streu, die nicht schmutzig wird, machen.

Je länger der Mist im Stalle bleibt, um so besser wird er und die unreinlichen und faulen Knechte, die selten ausmisten, machen guten Mist. Aber die Thiere ersticken dann vor Unrath, ausgenommen, es wird recht fleißig immer eingestreut und gelüftet.

Durch die viele Streu und die Auswürfe aber wird allmählig das Lager immer höher, die Ketten der Thiere zu kurz und der Barren zu niedrig. Wer also den Mist gleich 6 Wochen und darüber im Stall lassen will, muß bewegliche Barren oder Krippen haben, um sie auf- oder niederlassen zu können.

Die Stallrinne soll weit von den Hinterfüßen der Thiere, wenigstens 3 Fuß weit, entfernt seyn, denn dann lauft der Urin nicht so rasch ab, sondern wird von der Streu aufgesaugt. Wenn aber Jemand wenig Streu hat, dann läßt er freilich den Urin so

bald als möglich aus dem Stall in gut ausgemauerte und mit Cement verstrichene Gruben laufen.

Der Mist im Stall wie der Urin fangen an zu faulen, der stechende Geruch in den Stallungen ist der deutlichste Beweis davon. Es soll aber nichts vom Miste verloren gehen.

II. Auf dem Hofe.

Der frische Mist, auf den Hof gebracht, verfault und wird dabei weniger. Die Luft, das Regenwasser führen allmählig alles davon weg, wenn man ihn lang genug liegen läßt. Nach einigen Jahren ist ein im Freien liegender Misthaufen verschwunden, wenn niemals neuer Mist dazu gebracht wird.

100 Ctr. frischer Mist werden 80 Ctr., wenn er halb zersetzt oder morsch geworden ist,

100 Ctr. frischer Mist werden 60 Ctr., wenn er speckig und

100 Ctr. frischer Mist werden 50 Ctr, wenn er ganz zersetzt ist.

Das Zersetzen wäre nicht nachtheilig, wenn nur nichts dabei verloren ginge.

Und Luft und Wasser sind die Diebe, die es mit fortnehmen. Darum muß die Miststätte so eingerichtet seyn, daß diese zwei Diebe nur schwer und nur wenn man es haben will, beikommen können. Man will es nämlich doch manchmal haben, um das Verbrennen des zu hitzigen Mistes, der in Gährung kommt (z. B. beim Pferdemist) durch Wasser zu hindern oder den Mist zu manchem Gebrauch etwas morsch werden zu lassen (z. B. für Gärten). Eine Miststätte kann sehr verschieden eingerichtet und immer zweckentsprechend seyn.

Wie sie aber auch beschaffen sey, folgende Hauptpunkte müssen doch immer erfüllt seyn:

1) Die Regentraufe von den Dächern und das Wasser von Straßen oder gar Bächen und Flüssen darf nicht auf die Miststätte oder hart neben ihr vorbeifließen. Das Wasser zieht das Beste aus dem Miste aus und führt es fort. Wasser, das auf den Mist fällt, aber nicht wegfließt, schadet nicht, nützt oft. Auch aus dem Untergrund darf kein Wasser in den Mist quellen.

2) Die Miststätte muß zunächst am Stall seyn, nicht bloß um den Mist und Urin dahin bringen zu können, sondern auch um die Thiere manchmal darauf herum laufen lassen zu können. Die

Thiere treten den Mist fest, und das hindert etwas den Zutritt der Luft und fördert doch die Zersetzung ohne Verlust zu gestatten.

3) Da bewegte Luft oder der Wind noch mehr vom Mist wegführt, so schütze den Mist durch Mauern um die Miststätte herum oder wenigstens durch Erddämme oder durch Vertiefung der Grube vor Zutritt des austrocknenden und wegführenden Windes.

4) Die Sonne trocknet noch mehr als der Wind und es ist besser, die Miststätte im Schatten oder auf der Winterseite zu haben. Geht das nicht an, so pflanze einige Bäume an der Sommerseite, die den Mist beschatten können.

5) Was gerade vom Himmel herab als Regen auf den Mist das Jahr durch fällt, schadet nicht. Es sind das bei uns nur zwischen 24—30 Zoll hoch Wasser auf das ganze Jahr vertheilt. Aber doch fließt dieses Wasser und der Urin wieder etwas vom Mist weg und das darf niemals verloren gehen, weil es das beste vom Miste selbst enthält. Deßhalb muß die Miststätte an einer Seite geneigt seyn, damit dahin die Mistjauche, oder der Pfuhl, der Odel, die Mistgülle fließen und sich sammeln kann.

6) Damit diese nicht verloren geht, muß der Boden mit Lehm oder Thon ausgeschlagen oder dieses und dazu gepflastert seyn und die Odelgrube muß an dieser tiefsten Stelle sich befinden, gleichfalls wasserdicht. Wer es erschwingen kann, setzt eine Odelpumpe hinein.

7) Mache die Miststätte groß genug und rechne dabei 12—15 Quadratfuß Raum für ein Stück Rindvieh, mache wo möglich zwei Abtheilungen auf die Miststätte, damit die eine Parthie Mist weggefahren werden kann, wenn sie gerade etwas morsch ist, ohne daß man die noch zu frische mitnehmen muß, weil sie auf der anderen liegt, kurz, damit man den Mist frisch oder speckig habe, wie man ihn eben braucht.

8) Und damit endlich nur wenig von der Luft genommen werde, so schichte den Mist fest aufeinander, laß Thiere darauf manchmal laufen, streu zeitweise Gyps oder auch nur Erde, oder Straßenstaub, Torfasche, Kohlenklein, Torfmulle ꝛc. auf, und laß den Mist wohl anfaulen, aber nicht verfaulen.

Eine Miststätte kann mit geringen Ausgaben schon das Meiste des Gesagten erreichen, es gibt daher wohlfeilere und theurere Miststätten, bessere und gute, wie ganz schlechte; man kann sich verschiedene wählen.

Wir wollen dreierlei Sorten angeben und von der wohlfeilsten zu der kostspieligsten aber besten aufsteigen.

1) Man gräbt nahe am Stall, im geschlossenen Hofe wo möglich, eine muldenförmige Vertiefung aus, deren Größe nach der Zahl der Rinder berechnet wird, die man im Durchschnitt hält. Also für 6 Stück Vieh z. B. 72—90 auch 100 Quadratfuß, in der Mitte tiefer als am Rande, und faßt den Rand mit einem kleinen Erddamm, etwa nur 1½ Fuß hoch und festgeschlagen, ein. In der Mitte sey eine so kleine Grube etwa 2 Fuß tief und senke sich nach der Richtung der Ausfuhr und zwar neben dieser hin, so daß sie dort 2½ Fuß tief in eine weitere, 4 Fuß tief auszugrabende und weitere 12—15 Quadratfuß Fläche haltende Grube — die Odelgrube — endigt. Außer dem Damm laufe ein kleiner nur ½ Fuß tiefer Graben noch herum, um alles Wasser, das nicht auf den Mist gehört, abzuleiten. Er endige sich überall hin, nur nicht in den Odel.

Die Zu- und Abfuhr des Mistes geschieht hier schon am Rande der kleinen Miststätte leicht.

2) Hat man mehr Vieh und mehr Mist, dann verlohnt sichs schon, auch mehr für die Miststätte auszugeben. Man sorgt wieder für die muldenförmige Vertiefung, schlägt sie mit Letten oder Thon aus, die kein Wasser durchlassen, pflastert sie, kann selbst Asphalttheer noch zwischen die Steine gießen und führt eine 2 Fuß hohe Mauer um die ganze Stätte, mit Ausnahme da, wo Mist zu- und abgefahren wird. Hier helfen gewölbte Erhöhungen schon. Der Boden der Miststätte muß immer zweierlei Neigungen haben. Einmal vom Rande gegen die Mitte zu, was der öfteren und leichteren Abfuhr wegen am Rande der Miststätte immer am besten angebracht wird. Bei größeren Miststätten ists nun gut, einen Weg mitten durch dieselbe durch einen Erdaufwurf, der zu pflastern ist, oder durch Mauerwerk zu bilden. Er bewirkt zugleich die zwei Abtheilungen des Mistes und scheidet frischen von altem, schon specigen Mist.

Die Art des Wegfahrens des Mistes bildet eine schwere Aufgabe für die Anlage einer regelrechten Miststätte. Da der Grund der Miststätte uneben seyn muß, so steht der Wagen darauf schief und muß gegen den Rand zu, also gegen die Höhe, wenn vollgeladen, weggezogen werden; dabei verdirbt er oft den Damm oder die Mauer.

Das Beste ist, zuerst am Rande außen überall aufzuladen und erst allmählig gegen die Mitte vorzurücken.

3) Ist das Holz nicht zu theuer, kann man auch den vorher wasserdicht gemachten Boden mit Bohlen belegen und beide Seiten der viereckigen Miststätte gegen die Mitte zu gleichmäßig abfallen lassen. In der Mitte ist dann eine gedeckte Rinne, welche allen aus dem Miste und Stalle kommenden Odel in das Jauchenloch führt. Eine niedere Mauer umgibt das Ganze an drei Seiten. Zu- und Abfuhr sind nur an ein und derselben Stelle, wo die Miststätte offen ist.

Man kann alle diese Miststätten begreiflich auch so einrichten, daß sie neben dem erhöht gebauten Stalle in der Art liegen, daß der Mist durch eigene Löcher oder Klappen leicht hinausgeschoben und geworfen werden kann. So hat man es häufig im Gebirge, leider fehlt aber dann die weitere Pflege auf der Miststätte gewöhnlich und gar häufig das Jauchenloch. Es gibt Miststätten, deren Untergrund unter den Holzbohlen ganz und gar aus einer großen Kufe besteht, die man nach Bedarf ausschöpft oder auspumpt. Der Mist liegt dann eben und ist Ab- und Zufuhr sehr leicht.

Ja große gemauerte und mit Cement gut verstrichene Gruben ersetzen da, wo man allen Mist mit Wasser ausschwemmt, die ganze Miststätte. Man verwandelt dadurch allen Mist künstlich in Gülle und fährt nur Flüssigkeit aus oder pumpt sie in eigene Röhren auf die Felder und Wiesen, wie neuerlich auf mehreren Gütern in England und auf dem Festlande.

Wer Erde einstreut, braucht gar keine besondere Miststätte herzurichten, weil die Erde alle Flüssigkeit einsaugt und alles Kräftige im Mist festhält. Nur darf nicht mehr Wasser auf die Erdmisthaufen kommen, als vom Himmel darauf fällt, nichts von Dächern, Straßen, Gräben, Bächen.

Der Odel, Pfuhl, Gülle, Jauche, das ist der werthvollste Theil des Mistes und muß ganz besonders gut in Acht genommen werden.

Besteht die Jauche nur aus dem, was vom Mist abläuft, so ist sie in der Regel alt und verdünnt genug, um sie so wie sie ist auf Wiesen und Felder fahren zu können. Lauft aber frischer Urin hinein, sind Abtritte nahe daran, dann ist sie zu stark und muß

erst vergohren und mit dem 3—6fachen ihres Gewichtes Wasser vor ihrer Anwendung verdünnt seyn.

Ein richtig angelegtes Jauchenloch hat für mich mehr Werth, als der ganze übrige Theil der Miststätte.

Ein solches Loch muß wasserdicht vor allem seyn. Es sey also mit Lehm oder Letten ausgeschlagen und dann mit dicken Bohlen belegt, oder gemauert und mit Cement verstrichen. Es darf kein anderes Wasser Zutritt finden.

Es muß mehr tief als breit oder lang seyn, damit weniger Kräftiges verdunstet. Obenauf sey es gut bedeckt, damit keine Thiere hineinfallen oder durchbrechen können.

Eine richtige Saug- und Druckpumpe darin aber ist ihre höchste Zierde. Eine solche Pumpe muß weit gebohrt seyn, daß sie in kurzer Zeit viel Odel ins Faß wirft, sie muß am Grunde ein Drahtnetz haben, damit keine dicken Stücke oder Stroh sich hineinziehen und sie verstopfen können. Man kann auch Schläuche an die Pumpen schrauben und ziemlich weit den Odel damit herpumpen, aber man kann ihn nicht besonders hoch heben (nicht viel über 20 Fuß). Auch lassen sich Pumpen an die Fässer gleich schrauben oder überhaupt transportabel machen. Der größte Vortheil ist immer, wenn man durch Schläuche allenthalben den Odel herziehen kann, denn wenn er schon bequem neben dem Faß liegt, dann geht einfaches Einschöpfen auch leicht und rasch vor sich.

Der Odel oder die Jauche verlieren in der warmen Jahreszeit an der Luft viel von ihren wirksamsten Bestandtheilen, im Winter viel weniger. Damit dieß zu keiner Jahreszeit geschehe, dazu hilft schon eine gute Bedeckung der Grube viel, noch mehr aber das Hineinwerfen mancher Stoffe, welche die wirksamen Bestandtheile zurückhalten. Dazu gehören in erster Reihe als die weitaus besten die starken Säuren, wie Schwefelsäure (Vitriolöl) oder Salzsäure. Mit einem Pfund rohem Vitriolöl kann man in 150 Pfund Jauche das Ammoniak fixiren, also auf etwa 2 Eimer 1 Pfund, das nur 3—4 kr. kostet, wenn man eine Fabrik in der Nähe hat. Aber mit Vitriolöl und Salzsäure, die sonst starke Gifte sind, muß man sich eben sehr in Acht nehmen.

Auch Gyps kann man zusetzen und Eisenvitriol, aber davon wirkt der erste, der sehr viel Wasser zu seiner Auflösung braucht, nur sehr langsam und der zweite wirkt durch sein Eisen

auch noch nachtheilig nebenbei, indem er andere gelöste Stoffe (z. B. Phosphorsäure) mit sich zu unlöslichen verbindet, namentlich in dem Urin der Abtritte.

Das vortrefflichste aller Mittel ist sonst die einfache Ackererde, wovon namentlich der Lehm- und Thonboden außerordentlich viel wirksame Bestandtheile der Jauche entzieht und festhält. Aber sie ist eben schwer und man braucht zu viel, wenn die Jauche noch dazu stark verdünnt ist. Darum lieber gleich hinter den Füßen der Thiere, nicht unter sie, damit einstreuen, dann läuft gar kein Odel weg.

Man habe übrigens immer einige Centner rohe Salzsäure, davon der Centner nur 2 fl. 30 kr. ohne Transport von der Fabrik kostet, bereit, um der Jauche davon zeitweise zuzusetzen. Wird die Jauche dadurch zu sauer, so stumpfe ich mit Kalkmilch ab, verdünne mit Wasser und fahre zur Regenzeit oder auch bei einem nur ½ Fuß hohen Schnee aus, so daß 300 Eimer auf ein Tagwerk zur vollen Düngung über grüne Saaten im Vorfrühling oder auf Wiesen und Kleefelder kommen. Ein Jauchenfaß halte 25 Eimer, so fährt man damit zwölfmal.

Jauche, der man rechtzeitig Säure zugesetzt hat, wirkt dreimal so kräftig als andere. Der Urin der pflanzenfressenden Thiere ist schon von vornherein als Dünger durch seine Bestandtheile dreimal so wirksam, als ihr Mist allein und der Stallmist verdankt seine Wirksamkeit vorzüglich dem Urin, der von der Streu und den Auswürfen aufgesaugt wird. Wer also Odel oder Jauche ungenützt weglaufen läßt und über Mangel an Dünger klagt und dann Streu aus dem Walde haben will, um seinen verarmten Feldern aufzuhelfen, den kann man um seiner Unwissenheit halber bemitleiden. Der ist gar kein Bauer und versteht sein Handwerk nicht.

III. Auf dem Felde.

Wie soll der Mist weiter auf dem Felde behandelt werden? Merke vorerst, daß man eine Düngung mit 250 Ctr. Rindsmist oder 160 Ctr. Pferds- und Schafmist auf ein Tagwerk eine starke Düngung nennt. Mit 200 Ctr. Rindsmist düngt man mittelmäßig, mit 160 Ctr. Rindsmist düngt man schwach. Rechnet man 20 Ctr. auf eine Fuhr, so hat man acht bis zehn oder zwölf Fuhren.

Ein Centner frischer Mist soll 20 Pfund Roggenkörner machen

können, wenn sonst Alles gut geht; davon macht er schon im ersten Jahre seiner Anwendung die Hälfte oder

im 1sten Jahr . . . 10 Pfund,
im 2ten „ . . . . . 5 „
im 3ten „ . . . . . $3^1/_3$ „
im 4ten „ . . . . . $1^2/_3$ „

Dann spürt man nur sehr wenig oder nichts mehr davon und schon nach dem dritten Jahre wird wieder gedüngt, doch je nach der Zelgenordnung verschieden. Der Mist wird in der Regel zum Winterbau im Sommer und zum Sommerbau im Frühling ausgefahren. Die Hauptfrage ist nun, soll er gleich ausgebreitet und untergeackert werden, oder in Haufen oder ausgebreitet längere Zeit liegen bleiben?

Ich halte zwei Arten für die besten. Entweder der Mist wird so oft man Zeit hat, im Winter und Sommer, ausgefahren und in der Nähe des Ackers, den man düngen will, der aber noch nicht leer ist, oder auf ihn, wenn er leer ist, auf einen großen Haufen geschichtet und mit etwas Erde überworfen. Wenn man ihn dann braucht, ist er bald auseinander gefahren, verbreitet und untergeackert. Ein solcher Mist darf gar nie ausgebreitet liegen bleiben, weil sonst viele gute flüchtige Bestandtheile rasch entweichen, wenn auch die noch nicht freigewordenen dann dem Acker in bester Form bleiben. Wird er rasch untergeackert, so hält die Erde die flüchtigen fest und die nicht flüchtigen bleiben ihr ohnedem.

Oder man fährt ganz frischen Mist aus gleich vor der Bestellung, den kann man zeitig ausbreiten und braucht sich gerade nicht mit dem Unterackern zu beeilen. Er hat noch nichts zum Verlieren, vertrocknet bei gutem Wetter ohne Verluste oder der Regen wäscht das Freigewordene in den Boden ziemlich gleichmäßig. Fährt man aber alten speckigen Mist aus, so ist rasches Unterbringen Regel, weil sonst wieder viele nutzbare flüchtige Bestandtheile bei längerem Liegen auf dem Acker entweichen. Das ist wohl bei gleich einfallendem Regen nicht der Fall, weil der alles Brauchbare sogleich auflöst und in den Boden führt.

Will man mit dem Mist aber die Beschaffenheit des Bodens in der Art ändern, daß man schweren Boden damit lockern, oder kalten wärmen, leichten fester und feuchter zu machen strebt, dann muß im ersten Fall der frische, im letzten der speckige Mist sogleich

untergeackert werden. Bald unterackern ist mir meistens das liebste, außer man will bloß überdüngen, wie mit abgefaulter Jauche oder Mergel, Gyps, Asche, Knochenmehl, Guano und künstlichen Düngern überhaupt.

Der Dünger — nicht der Mist — ist, wie schon gesagt, bei uns die Seele des Ackerbaues und Alles, was die Pflanzen noch besser wachsen macht, als sie von Natur schon wachsen, was also das Pflanzenwachsthum vermehrt, wenn man es künstlich zugibt, heißt Dünger. Das können sehr verschiedene Dinge seyn, oft viel wirksamer als der Mist, dieser aber wird für die Länge doch der wohlfeilste in größter Masse bleiben, obgleich ihn manche andere Dünger sehr gut ersetzen und unterstützen können und sollen. Darum muß ein rechter Landwirth vor Allem den Mist, d. h. seine richtige Bereitung, Wart, Pflege und Anwendung verstehen.

D. Die Ernährung.

§. 1.

Vorgang im Allgemeinen.

Alle Elemente, welche die Pflanze, die kleinste wie die größte, enthält, hat sie von außen aufgenommen, sie hat nichts davon durch sich selbst d. h. aus Nichts geschaffen. Sie erhält aber von den Elementarstoffen, wie schon gesagt, vorzüglich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, die vier sogenannten organischen Elemente; dann Phosphor, Schwefel, Chlor, oft Jod und Brom; Kiesel, Kali, Natron, Kalk- und Talkerde; Eisen und Mangan. Aber das Eisen ist als solches weder in den Zellen noch den Gefäßen, ebenso nicht der Schwefel und Phosphor, nicht einmal der Kohlenstoff oder der Aetzkalk. Auch ohne Mikroskop würde man diese Elemente in den Pflanzen erkennen müssen, wären sie so vorhanden. Sie sind es aber nur in Verbindung — als Wasser, Kohlensäure, Luft, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure ꝛc. — und zwar wieder nur als kieselsaures, schwefelsaures, kohlensaures, äpfelsaures, oxalsaures, phosphorsaures Kali, Natron, Kalk, Talk, Eisen, Mangan. Aber wie? Vorzüglich und wieder im Pflanzensaft gelöst oder gar krystallinisch in den Zellen abgelagert,

seltener schon im Gewebe selbst und am seltensten in den Ablagerungen, im Stärkmehl, Zellstoff, Gummi, Zucker, in den Alkaloiden, in den Harzen und Oelen. Diese alle bestehen aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, einige enthalten dazu noch Stickstoff; aber das verbrannte Gewebe liefert in der Asche auch die übrigen, Kali und Natron, Kalk und Talk, Eisen und Mangan. Und doch hat man weder diese noch die anderen als solche Elemente mit den ihnen zukommenden wesentlichen Eigenschaften darin gesehen, sie haben ihre Eigenschaften ganz eingebüßt und Gummi, Stärkmehl, Zucker haben nichts mit dem Sauerstoff, dem Wasserstoff und Kohlenstoff gemein. Die Kraft nun, welche bewirkt, daß eine Pflanzenzelle aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak so verschiedene von diesen abweichende Körper bilden und mit Zuhülfenahme verschiedener Mineralbestandtheile ihren eigenen Leib aufbauen und erhalten kann, diese Kraft nennt man noch immer am besten Lebenskraft. Die Pflanze ernährt sich durch unorganische Stoffe, luftförmige, flüssige, gelöste, das Thier durch organische. Auch organische Stoffe gehen in die Pflanzen ein, aber sie nähren sehr selten, wenn überhaupt. Was aber organisch genannt zu werden verdient, ist oft schwer zu sagen.

Niedere Pflanzenformen scheinen organische Stoffe besonders aufnehmen zu können.

Die Pflanzennahrung ist oben bereits erörtert worden, hier möge der Vorgang der Nahrungsaufnahme selbst geschildert werden.

Die Zelle wächst, durch sie die Pflanze, die Zelle nimmt Nährstoffe auf, verwendet sie für sich und scheidet das Unnütze ab. Was ihr unnütz ist oder was sie sich für spätern Bedarf aufspeichert, ist oft der von uns gesuchte Stoff, weßwegen wir die Pflanze anbauen. So das Stärkemehl der Getreidekörner und der Kartoffeln, der Farbestoff des Krapp, das Oel des Repssamens.

Wie nimmt die Pflanze Gase und Flüssigkeiten als Nährstoffe auf? Die Zellen sind ohne sichtbare Oeffnungen, aber sie sind durchdringbar, ihre Haut hat also Oeffnungen, uns unsichtbar, durch welche jene durchgehen. Die Verbreitung einer Flüssigkeit oder eines Gases in einem anderen, d. h. die Diffusion ist eine bestimmten Gesetzen folgende physikalische Erscheinung und die Haut selbst übt ihren Einfluß darauf, wie schon oben erklärt wurde.

Die Durchdringung der Flüssigkeiten, eine allgemeine Eigenschaft flüssiger (wie flüchtiger) Körper, wird als ein Wechsel der denkbar kleinsten und ferner untheilbaren Theilchen erklärt.

Die Pflanzenwurzeln sind außen, wie auch andere Pflanzentheile, an ihren Enden mit Feuchtigkeit, gasförmiger oder tropfbarflüssiger, und mit Gasen in Berührung. Sie selbst enthalten auch Gase und Flüssigkeit, die, wie jene, verschiedene Stoffe, und zwar in verschiedener Menge gelöst, enthalten. In der die Wurzel umgebenden Erde sind es Kali-, Ammoniak-, Natron-, Eisen-, Mangan-, Kalk-, Talk- oder salpetersaure, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze, die im Wasser gelöst sind, in den letzten Wurzelzellen sind schon Dextrin, Gummi, Zucker und Eiweiß vorhanden und bilden eine dichtere Lösung, als jene der Erdfeuchtigkeit, welche nur durch die Zellhaut von ihnen getrennt ist. Sofort suchen sich beide auszugleichen, sie durchdringen, indem sie ihre kleinsten Theilchen nach den Gesetzen der Massenanziehung aneinander zu legen streben, die uns unsichtbaren Poren der Zellhaut. Die dichtere Lösung der Zelle zieht viel mehr von der dünneren sie umgebenden Lösung der Pflanzennahrung an sich, als sie gegen letztere abgibt. Ihre Annahme nennt man Endosmose, ihre Abgabe Exosmose. Aber schon gegen die nächsten Zellen — und so immer fort durch alle unzähligen Myriaden Zellen — verhält sich ihre eigene Flüssigkeit als die dünnere und wird von der dichteren jener stärker angezogen, als sie selbst sie anzieht. Und so schreitet die zum Nahrungssaft gewordene Erdflüssigkeit fort von Zelle zu Zelle, und wird assimilirt oder der Pflanze selbst ähnlich gemacht, d. h. in ihre nächsten Bestandtheile verwandelt.

Assimiliren aber nennt man die beim Diffundiren der gelösten Nahrungsstoffe a) durch dieses selbst, b) durch die Einwirkung der Zellhaut, endlich c) durch den Zellinhalt innerhalb der Zelle vor sich gehende Neubildung von organischen Stoffen oder Ernährung, falls diese Stoffe für Erhaltung und Vergrößerung der Zelle dienen, zur Vergrößerung von Pflanzenorganen und von Zellstoff, Gummi, Zucker, Stärkmehl, Oel, Harz 2c., aus Wasser, Kohlensäure, Ammoniak nebst den oben genannten Salzen.

Es ist zuverlässig nur eine neue Anordnung der kleinsten Theilchen, denn der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und die Elemente der Salze sind in den organischen Stoffen in

der Zelle dieselben, wie im Nahrungssafte außer ihr. Aber wie sie sich vereinigen?

Dieser Vorgang der Ernährung ist ohne Bewegung der Flüssigkeit nicht denkbar. Aber man sieht nur sehr häufig eine im stickstoffhaltigen Zellinhalt (Protoplasma) und im Zellsafte selbst vor sich gehende Bewegung (Rotation und Cirkulation), die des Saftes selbst im Ganzen, das Saftsteigen, sieht man nicht.

Dadurch, daß die Zelle neue Stoffe bildet, verdichtet sie ihren Inhalt; dadurch, daß sie Wasserdunst abgibt, verstärkt sie noch mehr diese Verdichtung. Ihre Aufnahme gasförmiger Stoffe aus der Luft hebt diese nicht wieder auf, wegen rascher Verähnlichung der Stoffe. Je entfernter also eine Zelle von der Wurzel und dem inneren Gewebe der Pflanze ist, um so dichter ist ihr Inhalt, um so mehr Asche gibt sie auch, um so stärker zieht sie endosmotisch den schon theilweise assimilirten Inhalt der nächsten Zellen an. Die Blätter der Pflanze geben die meiste Asche.

Was alle Pflanzen zur Ernährung brauchen, ist uns wohl nahezu richtig bekannt, was uns aber jede einzelne besonders, in welcher Menge und zu welcher Zeit am passendsten, das ist noch fast ganz ungelöst. Dazu kommt der Mangel verständiger Versuche zur Ermittlung dieser Frage. Bald wird behauptet, Pferde- und Schafdünger verhindere die Zuckerbildung in den Runkelrüben, sehr gediegene Landwirthe stellen es nach Versuchen wieder in Abrede; stickstoffhaltige thierische Dünger mehrten auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Kulturpflanzen, z. B. den Kleber in den Cerealien; die neuern Untersuchungen bewiesen fast das Gegentheil. Einige Chemiker suchen den Nahrungsbedarf nur in den Aschenbestandtheilen, die sie bei der Untersuchung der Pflanze in verschiedenen Zeiträumen ihrer Entwicklung fanden; wenn es hoch kommt, wird noch der Stickstoffgehalt mit in Rechnung gezogen.

Aber die Pflanze muß seyn das Produkt aus a) Aschenbestandtheilen (Erdnahrung), b) Gasen (Ammoniak und Kohlensäure, also vorzüglich Luftnahrung), c) Wärme (in Einheiten anzugeben) d) und Feuchtigkeit.

So erst kann man ernstlich darüber nachdenken, wie man dieß alles und jederzeit auf eine ökonomische Weise verschaffen kann. Wie wir unsere Kulturpflanzen jetzt nähren, gleichen wir dem Viehhalter, der eine Fuhr Heu im Kuhstall den frei herum-

laufenden Thieren auf einen Haufen etwa alle acht Tage vorwerfen würde.

§. 2.
Aufsteigen und Vertheilung des Saftes.

Die Nahrungsflüssigkeit steigt also durch dieselbe Kraft, vermöge welcher sie in die Zelle einging, von Zelle zu Zelle bis in die entferntesten Pflanzentheile; die langgestreckten Zellen, die Gefäßbündel nehmen Theil daran, am spätesten die Spiralgefäße. Der Weg, den der Saft macht, geht zuerst durch die innersten Stammtheile, durch die Holzzellen, welche den rohesten Nahrungssaft enthalten (Gummi und Zucker).

In den Endtheilen, und insbesondere den Blättern wird der Saft am meisten umgewandelt, er wird zum Bildungssaft, der schon viele Salze und Eiweiß enthält. Von hier steigt er abwärts in die äußersten Stammschichten und bildet, zusammentreffend mit der seitlichen Saftbewegung, Splint und Bast, damit auch Rindenlagen nach außen und Holzlagen nach innen zu. Letztere haben ihre größte Breiteausdehnung im Sommer (Jahresringe), ihre geringste im Winter bei unserem Klima.

Da die Blätter so wichtig für den Bildungssaft, also für das Wachsthum und die Umwandlung wie Neubildung von Stoffen überhaupt sind, so leuchtet ein, welchen Nachtheil allzustarke Entlaubung oder das Entblättern in vielen Fällen für die Landwirthschaft hat. Uebermäßiges Abblatten (Ausgeizen) der Weinreben verhindert das Reifen der Trauben, zu starkes Entblättern der Runkeln hindert die Zuckerbildung und zwingt die Knollen, theilweise die Verrichtung der Blätter zu übernehmen, daher aus der Erde herauszuwachsen und zu vergrünen. Das zu früh abgeschnittene Kartoffelkraut bewirkt Stillstand in dem Wachsthum der Knollen.

In den Blättern angekommen, gibt der schon sehr assimilirte Nahrungssaft Wasserdunst und Gase ab, es dringen dafür neue gegen ihn nach, es findet Athmung und Transpiration der Pflanzen statt, ein Austausch von Luftarten.

§. 3.
Athmen der Pflanzen.

Grüne Pflanzentheile nehmen also in der Nacht, im Schatten und bei zerstreutem Tageslichte aus der sie umgebenden Luft Sauer-

stoff auf und geben dafür eine dieser Menge nicht ganz entsprechende Menge Kohlensäure an dieselbe ab. Im Sonnenlicht strömen sie Sauerstoff neben einer wechselnden Menge Stickstoffs, d. h. sauerstoffreiche atmosphärische Luft aus. Ob dieser Stickstoff mehr beträgt, als sich aus der atmosphärischen Luft, die mit dem Wasser schon in die Wurzeln kommt, ableiten läßt, ist sehr fraglich. In den Luftbehältern und Lücken der Landpflanzen ist selbst eine Luft an Sauerstoff ärmer, als die atmosphärische, da von diesem viel zu Neubildungen verwendet wurde.

Wenn man über die Ausscheidung des Sauerstoffes aus grünen Pflanzentheilen bei einwirkendem Sonnenlicht in so ferne mehr übereinstimmt, als derselbe von zersetzter Kohlensäure, wohl auch wenigem Wasser, herrührt, so ist doch die in der Nacht oder im Schatten oder nur bei Ausschluß direkten Sonnenlichtes vor sich gehende Aufnahme von Sauerstoff bezüglich ihrer Bedeutung noch Gegenstand des Zweifels. Der Grad der Dunkelheit macht keinen Unterschied in der Quantität der Aufnahme und diese ist im Anfange bei eingesperrten Beobachtungspflanzen am größten (Unger).

§. 4.

Ausscheidungen.

Es ist sehr schwer zu sagen, was in den Pflanzen Stoff zur Ausscheidung sey. Man nennt als solche: Wasser (z. B. an den Spitzen des keimenden Getreides, am Kohl), Gummi (an den Kirschbäumen), Zucker (in den Blüthen, z. B. des Klees, auf Blättern, Honigthau), Oele, Harze, Balsame (an der Oelmadia und dem Hanf, dem Hopfen, der Pechnelke, den Nadelholzarten), Wachs an allen blauangelaufenen Pflanzentheilen, z. B. Kohlblättern, Zwetschgen und Pflaumen; Milchsaft (Wolfsmilch, Salat, Cichorien, Mohn).

§. 5.

Fortpflanzungsarten.

Der einfachste Samen der niedersten Pflanzenformen ist eine fortpflanzungsfähige Zelle; Zellen entstehen nur aus Zellen, alle Zellen nur aus einer als Spore oder Eizelle geltenden Zelle, so behauptet die neueste Naturforschung und verweist die Erklärung mancher damit schwer zu vereinbarenden Erscheinungen auf eine spätere Zeit.

Also gibt es keine mutterlose Zeugung jetzt mehr. Aber es gibt eine Fortpflanzung der Gewächse ohne und mit Befruchtung.

Die erstere findet in den niedersten Pflanzenformen oft ganz allein, in den höheren neben der zweiten statt; die letztere fast überall.

Der Fortpflanzung durch bloße Theilung bei den niedersten Pflanzenformen (Algen oder Wasserfäden) folgt jene durch Knospen (an Lilienarten, an den Wurzeln und Ausläufern als Brut vieler Bäume, an dem Stamme überhaupt); dieser folgt die Fortpflanzung durch Zusammenwachsen von Zellen (Copulation), und endlich die vollkommenste Art von allen, die Fortpflanzung durch Eizellen, welche zum Wachsen in der Regel erst durch Einwirkung von sogenannten Befruchtungszellen (Pollen, Blüthenstaub) befähigt werden. Diese Einwirkung eines aus den Blüthenstaubzellen (Befruchtungszellen) heraus und bis zur Eizelle hinwachsenden Zellschlauches auf die Eizelle selbst heißt Befruchtung.

Sie bewirkt hier sogleich das Entstehen eines Pflänzchens, das aber in Häuten vorerst eingeschlossen bleibt, auch manchmal gleich heraus wächst (lebendiggebärende Pflanzen) und Embryo heißt. Bei manchen Pflanzen geht diese Ausbildung einer neuen Pflanze erst vor sich, wenn schon viele Zellbildungen vorangegangen sind, ehe bewegliche Befruchtungszellen (Schwärmsporen) auf Eizellen wirken und dann die völlige Entwicklung sichern. Die hier zuletzt entstehende Eizelle (Spore) kann keine vollkommene, der Mutter ähnliche Pflanze entwickeln oder einen Embryo bilden, bis nach ihrer Keimung die Befruchtungszellen auch gebildet sind und eingewirkt haben. Die ganze Pflanze kommt gleich nach der Blüthe zur Entwicklung, ja sie ist nichts als der sogleich fortwachsende Embryo.

§. 6.

Die Art.

Der von einer Fortpflanzungszelle entstehende Keim hat alle Eigenschaften der Mutter, von welcher jener herrührt; diese Eigenschaften zusammen, mehreren einzelnen Pflanzen gleicherweise zukommend, bilden den Begriff einer Art. Die Fortpflanzung der Eigenschaften ist zwar das sicherste Merkmal der Art, aber nicht absolut sicher. Da die Merkmale das Produkt der äußeren Einflüsse von Boden und Klima, und aller Bedingungen der Pflanzen-

existenz überhaupt sind, diese Einflüsse aber selbst wechseln und für größere Zeiträume entschieden sehr bedeutend sich ändern, so ist auch ihr Produkt, das Merkmal der Art, veränderlich. Es gibt kein unabänderliches Gleichbleiben der Arten.

§. 7.

Das Keimen.

Bei allen sichtbar blühenden Pflanzen, und dahin gehören alle unsere Kulturpflanzen (etwa die angebauten Pilze, Champignons und Trüffeln ausgenommen), bildet sich im Ei eine kleine Pflanze, der Embryo oder auch der Keim ganz vorzugsweise genannt. Ist er reif, fehlt weiterer Zufluß von Feuchtigkeit, sind alle Nährstoffe zur Erhaltung und Entwickelung eben diesen kleinen Keimes (Stärkmehl, Oel, Schleim) gebildet und in den Zellen desselben oder im Eiweißsack (als Mehl beim Getreide) oder in den Hüllen desselben abgelagert, dann ist der Samen fähig, längere Zeit ohne Zusammenhang mit der Pflanze, die ihn erzeugte, zu leben und jene Kraft zu bewahren, welche unter bestimmten Verhältnissen wieder Wasser und darin gelöste Stoffe (Pflanzennahrung) durch die Zellwände in organische Substanz verwandeln läßt, das heißt die Pflanze keimen und wachsen macht, die Kraft, welche man sich neuerlich auszusprechen scheut, am meisten dann, wenn man gerade erst recht viele neue Kräfte mit Leichtigkeit annimmt, die Lebenskraft.

Man erzählt Beispiele von keimenden Samen aus Mumiengräbern, mehr als 2000 Jahre alten Samen, und wir selbst sahen in Griechenland solche von einem Aegyptenfahrer mitgebrachten keimenden Weizen, was aber nicht Wunderweizen, sondern Winterweizen war. Die Gegenden, aus denen er kam, waren durchschnittlich regenlos im ganzen Jahre, dasselbe wird von Erbsen, von Mais (aus den Gräbern peruanischer Könige) und Andern bezüglich ihrer Keimfähigkeit erzählt.

Fast alle Samen verlieren bei etwa 50° C. ihre Keimfähigkeit, ausgenommen jene mit sehr harter, der Wärme weniger zugänglichen Schale. Für Getreidearten ist schon eine Temperatur von 35° C. verderblich, wenn sie durch Wasser auf die Samen wirkt, aber sie vertragen 45° C. im erwärmten Sande (Unger). Die Wärme im heißen Wasser wirkt rascher verderblich, als Wasserdämpfe, und noch weniger wirkt heiße trockene Luft.

§. 8.

Die Vermehrung.

Zum Keimen gehört Wärme, Feuchtigkeit und Sauerstoffgas (oder Säure) überhaupt, oder Chlor, Jod, Brom, die den Sauerstoff ersetzen können.

Die Frage vom Sauerstoffbedarf zum Keimen hat für die Praxis Bedeutung, sofern zum Gelingen der Saat einfacher Luftzutritt nothwendig ist. Dieß ist überall auf der Erde der Fall, wenn die Samen a) nicht zu tief, b) in nicht zu fest geschlossenen Boden gebracht werden. Aber diese beiden Regeln sollten für die einzelnen Kulturpflanzen in Zahlen gebracht werden.

Die Samen können aus größerer Tiefe sich schon nicht erheben wegen Mangel an Wärme, wegen der physiologischen Unmöglichkeit, den Träger ihrer Keimblätter so sehr zu verlängern, und der Schwierigkeit, mechanische Hindernisse des Bodens mit weichen oder kränklich gewordenen Organen zu durchdringen. Es braucht also nicht gleich der Mangel an Luft oder an Sauerstoff zur Erklärung herbeigerufen zu werden und die Behauptung, daß kleine Samen in größerer Tiefe keimen könnten, weil sie weniger Sauerstoff bedürften, ist falsch. Der Mangel höherer Wärmegrade in einer Tiefe von einem Fuß z. B. gerade während des Sommers oder der gewöhnlichen Saatzeit erklärt gleichfalls die Schwierigkeit des Keimens in solcher Tiefe, was im Herbst und Winter nicht so ist.

Die Wärme ist ein noch mehr empfindlicher Erreger und Förderer der Keimung, als der Sauerstoff. Alle Samen keimen nur bei einer gewissen mittleren Temperatur, die für größere Gruppen übrigens gleiche Grenzen hat. Die meisten unserer Kulturpflanzen keimen zwischen 4—7° C. Daß dieß mit Pflanzen der Tropen und der subarctischen Zone anders sey, ist begreiflich. Schon in Griechenland z. B. keimen nach unserer Erfahrung im Sommer viele Pflanzen selbst mit Bewässerung nicht, die bei uns in dieser Jahreszeit keimen. Dahin gehören z. B. unser Rothklee, viele unserer Gräser, der Borretsch, der doch dort im Winter wild vorkommt &c. Hohe Wärmegrade tödten die Keimkraft vieler Pflanzensamen, wie oben gesagt wurde, höchste Kältegrade schaden aber nichts; anders, wenn die Samen schon zu keimen begonnen haben. Unsere Cerealien, so weit angekeimt, daß sie bereits erweicht (milchig) waren

und einer Kälte von unter 0 ausgesetzt, verloren in derselben gefrorenen, dann aufgethauten Erde ihre Keimkraft. War die Erweichung jedoch nicht vollständig, so keimten von zwanzig Weizensamen noch fünf. Es ist für die Praxis interessant, die letzte Grenze zu kennen, innerhalb welcher Kulturpflanzen noch keimen können. Weizen und Gerste keimten nach Versuchen schon in zehn Stunden bei 16 bis 20° R., in 12 Stunden bei 20—28° R., gar nicht mehr bei 40° R.

Daß Wasser zum Keimen gehört, ist noch zu erwähnen überflüssig. Aber wie viel Wasser reicht noch aus, und wie viel ist sicher schädlich, das wäre für jede einzelne durch Samen in der Regel vermehrte Art zu wissen wichtig, weil sehr trockene und nasse Saatperioden auf sehr nassen (bindigen) oder sehr trockenen (sandigen) Böden diesen Fragen große praktische Bedeutung verleihen könnten. Nach Schleiden nehmen Getreidesamen, 24 Stunden in Wasser eingeweicht, 25—37 Procent ihres Gewichtes Wasser auf, Reps 46, Hülsenfrüchte von 58—85, Rothklee 124 und Leindotter 276 Procent. Letzterer und die Hülsenfrüchte brauchten sonach am meisten Feuchtigkeit zum Keimen, was der landwirthschaftlichen Erfahrung, so weit es Bodenfeuchtigkeit betrifft, nicht recht entspricht. Aber es kommt dabei auch auf die Feuchtigkeit der Luft an, jedoch nicht viel. Aber alle Bedingungen zum Keimen wirken nur so lange, als die Fähigkeit des Pflanzenkeimes dauert, diese Bedingungen zu seiner Entwicklung zu benützen, so lange als seine Keimkraft dauert. Diese Dauer ist aber bei verschiedenen Pflanzen, abgesehen von allen störenden Einflüssen, sehr verschieden. Regel ist, daß sehr viele Samen ein gewisses Alter (gewöhnlich bis zu ihrer normalen Keimzeit) brauchen, um keimen zu können. So wenig dieß überschritten werden darf, eben so wenig soll es unerreicht bleiben. Letzteres ist besonders bei den meisten Doldenträgern und Rosenartigen, auch bei vielen Zwiebeln der Fall. Die Versuche von Edward und Colin, von mir wiederholt, bestätigten, daß unsere gemeinen Cerealien eine Viertelstunde im Wasser von 40° R. erhalten, ihre Keimkraft verloren; auch Reps verlor sie, nicht aber Mais und Sonnenblumen, welche selbst bei 48° R. so behandelt sie erhielten, ja nur um so schneller keimten. Nach 5mal 24 Stunden keimten, so behandelt, bei einer Temperatur von 15° R. Mais und Sonnenblumen.

Einer Temperatur von 58° R. ¼ Stunde lang in Wasser ausgesetzt, dann in Erde gebracht, deren Temperatur zwischen 25—30° R. schwankte, keimten noch Erbsen nach dreimal 24 Stunden (72 Stunden) und Mais in 84 Stunden. Nicht der Wasserhitze von 58° R. ausgesetzte, wohl aber in die warme Erde von 25—35° R. gebrachte Samen derselben Arten keimten gleich schnell. Alte Melonensamen, die gewöhnlich behandelt nicht mehr keimten, wurden in Wasser von 50—55° C. erwärmt und eine Stunde lang darin erhalten zum raschen Keimen gebracht. Ebenso Schweinsbohnen. Von vielen Leguminosen und Cucurbitaceen (Bohnen, Gurken), welche in heißes Wasser von 70—75° C. ¼ Stunde lang gebracht, dann in demselben Wasser allmählig der Abkühlung überlassen blieben, keimte nur eine Buschbohne mehr.

Die Ansicht, daß der Frost die Zellen der Kartoffeln durch Volummehrung zerreiße und deßhalb sie tödte, scheint uns unrichtig, weil

1) sehr viele saftige Pflanzentheile gefrieren, ohne überhaupt abzusterben. Ihre Zellen müßten aber eben so gut, wie die der Kartoffeln zerreißen (z. B. Topinambour).

2) Das Zerreißen der Zellen ist an den Kartoffeln mikroskopisch nicht wahrzunehmen; auch müßten die Stärkmehlkügelchen dann mit dem Safte ausfließen, was nicht der Fall ist.

3) Die Zuckerbildung zeigt deutlich auf eine Umänderung der stickstoffhaltigen Substanz, und diese ist es wohl, welche manchen Pflanzen bei uns die Keimkraft nach dem Frost nimmt.

Die Frostwirkung ist hier ähnlich jener des Schwefelns frischer Pflanzentheile. Diese Theile lassen das Wasser dann von selbst fahren, wie wenn es gleich Krystallwasser gebunden gewesen und nun frei geworden wäre.

Der Einfluß des Lichtes ist dem Keimen an und für sich eher hinderlich als fördernd; da aber die Samenlappenblätter dem Lichte sich zuwenden, und der Einfluß des letzteren ihre Entwicklung nach dem Keimen begünstigt, so wirkt dieß auch wieder günstig auf die weitere Entwicklung der jungen Pflanze zurück. Aber dann ist auch schon das Keimen vorüber. Dieß ist streng genommen in der Regel der Fall, wenn die Samenlappen außerhalb der Erde stehen, es mag die Zufuhr nährender Stoffe noch fortdauern oder nicht.

Außer Sauerstoff fördern noch Chlor und Jod das Keimen ganz besonders, ja sie wecken oft noch die organische Thätigkeit der Zellhaut selbst in Samen, welche ohne ihre Einwirkung nicht mehr gekeimt haben würden, sie erwecken sie vom Tode.

Zum Schluß des über das Keimen Gesagten fügen wir noch mittelst Abbildungen verdeutlichte Erklärungen bei.

Fig. 45.



Fig. 46.

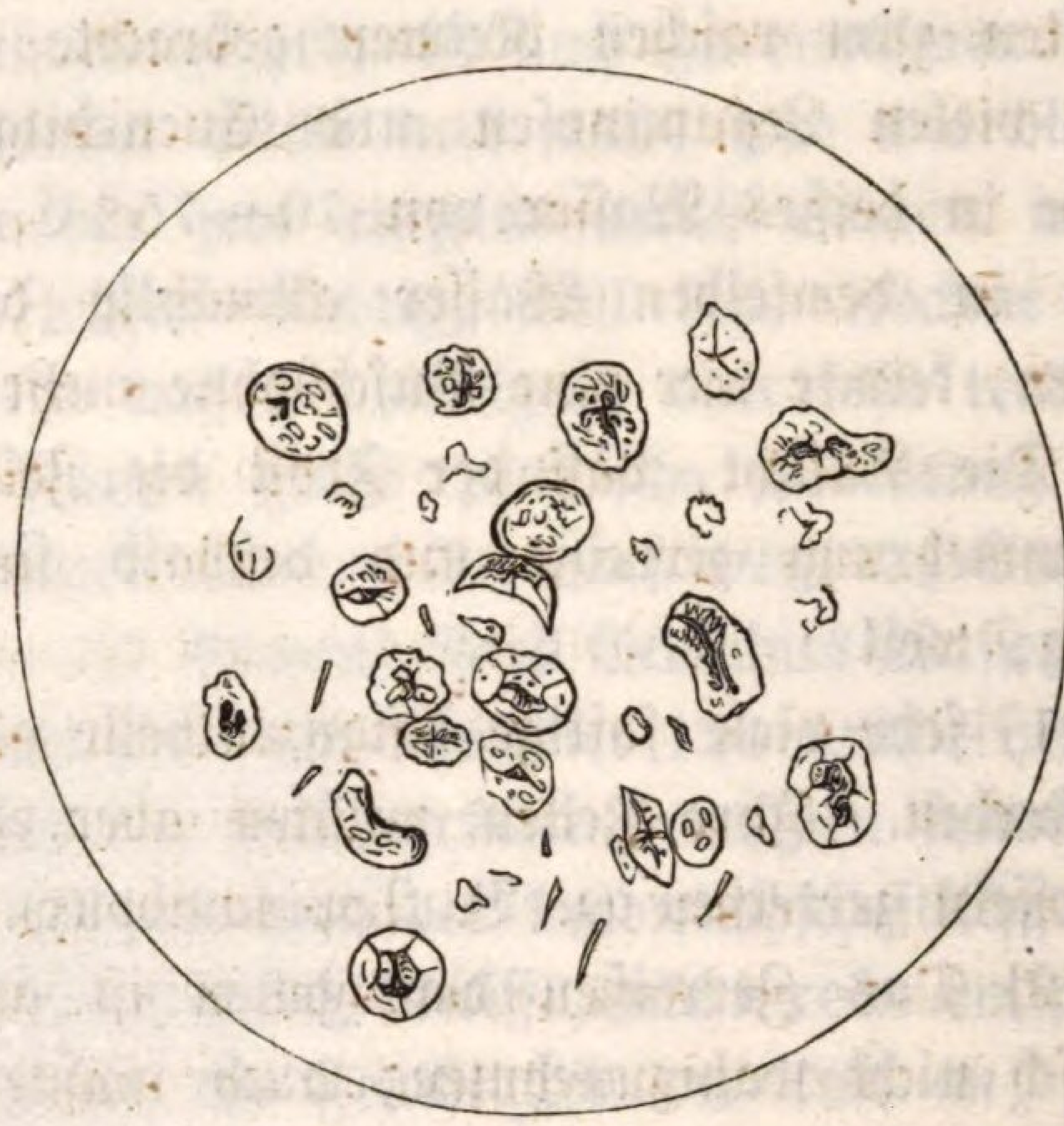


Fig. 45. Keimung des Weizenkorns. A. a schildformige Platte, b Knöspchen, c Schüppchen, d Würzelchen. B. e Knöspchen frei von Ueberzug des b Samenlappens, f Nebenwurzelansatz.

Fig. 46. Stärkmehlkugeln aus dem schon fast leer gewordenen Samen des gekeimten Weizen. Diese Stärkmehlkörner erscheinen wie angefressen, rauh, in der Mitte mit einer Höhlung versehen.

§. 9.

Das Wachsen.

Die gekeimte Pflanze muß, nachdem sie gleich dem Thiere der Mutterbrüste so des Sameninhaltes (Zucker aus Stärkmehl, Gummi, Eiweiß und stickstoffhaltige Stoffe überhaupt) sich entwöhnt hat, aus der Erdfeuchtigkeit und der Luft ihre Nahrung suchen. Daß sie diese gut und leicht zubereitet finde, wird eine Sorge ihres Pflegers, des Landwirthes, seyn, und die ganze Lehre von der Samendüngung gehört zunächst hieher. Daß man nämlich mit

Stoffen, die dichter und fester als der Zellinhalt der Samen selbst sind, oder gar mit Oel (z. B. Repssamen), das für sich in wässrigem Fluidum sich nicht vertheilt, d. h. nicht diffundirt, den Samen nicht düngen, wohl aber den ersten Saugorganen des Keimes reichlicher Nahrung zuführen kann, ist aus allem Obigen klar.

Damit nun wächst der Keim und die allmählig aus ihm groß gewordene Pflanze. Sie wächst a) durch Vergrößerung schon gebildeter Pflanzentheile, b) durch Neubildung. Diese geschieht bei vollkommenen Pflanzen nur durch wandständige Zellbildung in jungen Zellen, also auch nur an den jüngeren Pflanzentheilen. In diesen entstehen aus den einfachen Zellen die langgestreckten, mit diesen die Spiralgefäße und damit erst rechte Stamm-, Zweig- und Blattgebilde. Stamm und Zweig (Achsengebilde) wachsen vorzüglich, oft ausschließlich nur an den jüngeren Enden. An den Spitzen dieser (Zwischenknoten) Enden, ist das Längenwachsthum am stärksten und nimmt abwärts allmählig ab. Aber die Zwischenknoten, z. B. beim Hopfen der Rankentheil zwischen je zwei Blättern, wachsen bald oben, bald unten überwiegend, anfangs aber sehr gleichmäßig. Das Längenwachsen beim Hopfen geht nur in den drei oberen Zwischenknotentheilen vor sich.

Die Blattfläche, einmal entfaltet, wächst gegen den Blattstiel zu, dieser der Blattfläche entgegen, an der Grenze beider ist auch die Grenze ihrer beiderseitigen Wachsthumsrichtung, der Vegetationspunkt. Die meisten Pflanzen (Umsprosser und Endumsprosser) wachsen auch in die Dicke, nicht bloß in die Länge. Dieses Wachsthum geht an allen Oberflächen der Pflanzen vor sich, wo der rohe Nahrungssaft der Pflanzen den Herd der Neubildung, an der Grenze der Holzbündel, an der Bast- oder Rindenschichte erreicht hat. Der Saft steigt nicht gerade abwärts, aber an den jüngsten beblätterten Achsengebilden ist die Neubildung und also das Wachsthum am stärksten. Der Masse nach gerechnet fällt die Basis des Baumkegels auf seine Astspitzen, seine Krone, die Spitze desselben auf die Wurzeln.

Auch an allen Oberflächen tiefer geht diese Neubildung und Anbildung, hier zum Wachsthum in die Dicke, vor sich. Aber je näher an die Stätte des Längenwachsthums an den jüngsten Bildungen um so stärker.

Auch die Wurzel wächst an den Spitzen am meisten und verhältnißmäßig weniger, je näher sie dem Stamme rückt. Hier endlich sind zwei neue Grenzen der Wachsthumsrichtungen. Die noch auszubildende Lehre von den Wachsthumsrichtungen muß noch manche Erscheinung, auch die des Wuchses oder der geringelten Stelle an jungen Bäumen (Zauberring) erklären.

Die Pflanzen wachsen zu verschiedenen Zeiten nach verschiedenem Maße. Schwach ist dieß nach Tages- und Nachtzeit zu unterscheiden, aber sehr in die Augen fallend nach Jahreszeiten. Der Wechsel von Wärme und Kälte, von Feuchtigkeit und Trockenheit ändert die Grade im Wachsthum so sehr, daß die Länder davon ihren Charakter vorzüglich nehmen. Unsere Vegetation ist im Winter so schwach, daß sie wie abgestorben erscheint. Allein sie ist es nicht, sie ist es so lange nicht, als der Zellinhalt der Pflanzen flüssig bleibt, nur aber sehr gering. Den trockenen Inhalt der Samenzellen bringt auch der heftigste Frost nicht ums Leben, weil nichts darin Eis werden kann. Im Frühling und Sommer erreicht die Vegetationskraft bei uns die größte Höhe und wir erkennen das in den dicht und stark gebildeten Holzgefäßbündeln, die wie ein Ring unter der schwächeren Umgebung stehen, und die man Holzringe, auch Jahresringe nennt. So viel Ringe, so alt ist der Pflanzentheil, Stamm oder Ast, den man untersucht, bei uns, denn da, wo im Jahre zweimal solche Verlangsamung und Beschleunigung des Wachsthums auftritt (z. B. am Senegal), bei doppelt wechselnder Feuchtigkeit und Wärme, da gibt es auch in einem Jahre zwei Holzringe.

Bei Pflanzen, welche ihre Gefäßbündel nicht in Ringe legen (Monocotyledonen) sieht man gar keine, bei jenen, deren Klima das Wachsthum nur schwach unterbricht, sind sie undeutlicher.

Die Pflanzen wachsen nur in Wurzeln, Stengeln und Blättern manchmal, sie „schießen ins Kraut" ohne schwere Frucht zu bringen, wie man sich ausdrückt, nicht deßhalb, weil ihnen bloß die zur Entwicklung dieser Organe nöthigen Nahrungsbestandtheile geboten, jene zur Blüthe und Fruchtbildung aber versagt bleiben, obgleich es in Ausnahmsböden der Fall seyn wird (z. B. im Moorboden). Die regelmäßige Ursache ist vielmehr das nur zur Zeit der Blattentwicklung ausnehmend günstige Zukommen von Wärme und Feuchtigkeit, welche in der Blüthe- und Fruchtbildungsepoche entweder fehlt, oder im schädlichen Uebermaß geboten wird, Wärme ohne

Feuchtigkeit, oder diese ohne jene. Und die Entwicklung der Blüthe- oder Fruchttheile setzt im Allgemeinen höhere Wärmegrade voraus.

Man kann unter die Tropen die Zone der perennirenden, in die wärmere gemäßigte Zone jene der reichlichen, aber schon sehr periodischen Blüthe- und Fruchtbildung, in die kältere gemäßigte Zone jene der Blattentwicklung, der Grünstoffbildung auf Wiesen und in Wäldern (Zone der Pflanzenfresser, der Wiederkäuer vorzugsweise), in jene der kalten Zone die Entwicklung der Wurzeltheile, der etwas lichtscheuen Moose und Flechten verlegen.

Schon im südlichen Europa (Athen) sahen wir viele unserer Kulturpflanzen im Frühlinge bei günstigsten Witterungsverhältnissen bloß ins Kraut schießen (am üppigsten Kartoffeln und Haber, auch Roggen), aber bei rasch einfallenden hohen Wärmegraden auch bei künstlicher Bewässerung spärlich blühen, leichte Körner oder keine bilden, seltene und unreif bleibende Knollen ansetzen. Unter den Tropen ist das noch mehr mit unseren Cerealien auch in höheren Lagen der Fall.

Jeder Pflanze ist eine bestimmte Lebensdauer vorgeschrieben, ihr eigen und von äußeren Einflüssen, wie Luft, Licht, Wärme, Elektricität, Feuchtigkeit und Nahrungsmenge abhängig.

Wer einen Akt im Leben einer Pflanze beschreiben will, wer also einen Versuch z. B. innerhalb des Gebietes des Pflanzenlebens machen will, der muß sagen, wie sich während desselben jene Einflüsse verhalten haben, wenn die Erklärung der Folgerung aus dem Versuche Anspruch auf Vollständigkeit machen will.

Viele Pflanzen sind von Natur aus nur einjährig, d. h. sie vollenden binnen einem Jahre oder in noch viel kürzerer Zeit ihren Lebenslauf. Es gibt bei uns Gerste, die in 3—4 Monaten des Sommers ihren Lebenslauf beschließt, in Südeuropa, in Aegypten thut das der Weizen oft schon in $2^1/_2$—4 Monaten, aber von Ende Winters bis April und Mai. Maisarten vollenden ihre Entwicklung in 40—50 Tagen. Das Wintergetreide braucht in Gebirgsgegenden oft selbst mehr als ein Jahr. Andere machen zwei Wachsthumsperioden durch, sie wachsen im zweiten Jahre noch fort, sie heißen zweijährig, obgleich sie diese Zeit selten vollauf brauchen.

Die Stoppelrübe (Weißrübe) wird z. B. im August gesäet, im Oktober geerntet, im Frühling blüht sie und ist im Juni oft reif, sie hat also nur etwas über zehn Monate gebraucht, heißt aber

zweijährig, weil sie erst im anderen Kalenderjahre blüht. So auch die Runkeln.

In südlichen Ländern werden solche Pflanzen oft einjährig, auch bei uns ausnahmsweise manche im ersten Jahre gleich, z. B. die Kardendisteln und Runkeln. Dafür werden andere bei uns einjährige in südlichen Ländern oft zwei- und mehrjährig. Wir sahen in Griechenland und Kleinasien Roggen und Haber zweijährig, Reseden, Tabak und Ricinus mehrjährig werden. Ersterer nur ausnahmsweise, letzterer in der Regel. Pflanzen, die mehrere Jahre dauern, sie mögen während dieser Zeit oft nur einmal blühen oder gar nicht, heißen mehrjährig. Dieses „mehrjährig" gilt aber nicht für alle Theile der Pflanze.

Eine tausendjährige alte Linde z. B., die innen hohl ist, hat nichts mehr an sich, was etwa nur vor 500 Jahren noch bestand. Dieser ältere Pflanzentheil (Zellen, Gefäße und Inhalt) ist längst vermodert, was darüber wuchs, in die Länge und Dicke, ist das vor uns Stehende und vielleicht 300 Jahre alt.

Ein Binsenschopf im Moor mag eben so alt seyn, aber seine alten Halme und Wurzeln sterben in wenigen Jahren, oft alljährlich ab, und nur der Wurzelstock bleibt die alte Mutterpflanze, und selbst diese nur von viel kürzerer Zeitdauer, weil auch davon alljährlich ein Stück abstirbt, wie ein neues zuwächst.

Es ist die Behauptung aufgestellt worden, daß Pflanzen nicht durch Samen, sondern durch Stecklinge, Wurzelausläufer, Wurzelstöcke, unterirdische Stengel u. s. w. vermehrt, allmählig ausarten müßten; sie hätten keine so große Lebensdauer, als aus Samen gezogene derselben Art. Man hat dieß insbesondere für Kartoffeln, deren Knollen nur ein bei der Fortpflanzung vielfach übel behandelter Wurzelstock, ein unterirdischer Stengel mit Knospenanhäufung nebst Aufspeicherung von Nahrung (Stärkmehl) für sie sind, dann für Bäume und viele Gartenpflanzen überhaupt in Anwendung gebracht, Kartoffelkrankheiten, Ausartung, leichteres Erkranken überhaupt daraus gefolgert.

Da eine so vermehrte Pflanze eigentlich ewig, ihr aber doch von Natur eine bestimmte Lebensdauer vorgeschrieben sey, so sey klar, fuhr man fort, daß sie endlich in das Stadium des schwächlichen Greisenalters, der Decrepidität kommen und, von Nachlässen ihrer Lebenskraft nach allen Seiten überhäuft, zur Fortpflanzung auf

ihrem gewöhnlichen Wege mit Erfolg nicht mehr gebraucht werden könne.

Dieses letztere ist bei einiger Ueberlegung am wenigsten stichhaltig, da ja in diesem Sinne jede Pflanze, auch jedes Geschöpf ewig ist, ihr Embryo im Samenkorn auch nichts als eine junge, aus der alten hervorgewachsene Pflanze ist, wie die Knospe des unterirdischen Kartoffelstockes, die Knospe der immerdar durch Veredlung vermehrten edlen Obstbäume, oder der Ableger und Wurzelschößlinge.

Indessen beweisen eine Unzahl von Fällen auch wirklich, daß so seit Jahrtausenden gezogene Pflanzen nicht schlechter wurden. Zunächst beweist das schon die nie bei uns auch nur früchtereifende Topinambour, die länger als die Kartoffeln selbst ohne allen Nachlaß ihres Wachsthums in unseren Gärten steht. Das beweist der sehr häufig (in der Levante z. B. immer und je) nur mit den Wurzeln vermehrte Krapp, mehrere aus den Römer- und Griechenzeiten stammende und durch Veredlung nur immer vermehrte Obstbäume, das beweisen Pappeln- und Weidenstämme, von denen die ersteren als lombardische Pappeln durchwegs nur durch Zweige vermehrt werden. Deßgleichen der nie aus Samen gezogene Hopfen und Meerrettig.

Man nennt immergrüne Pflanzen alle jene, deren Blätter nicht alle zusammen, sondern in solchen Zwischenräumen abfallen, daß immer noch grüne genug an den Aesten und Zweigen bleiben, um glauben zu machen, es seyen gar keine abgefallen.

In der zweiten Hälfte des Sommers beginnt bei sehr vielen Bäumen der nördlichen gemäßigten Zone — bei uns — ein zweiter größerer Safttrieb mit Neubildungen bemerkbar zu werden, man nennt ihn Johannistrieb, und er scheint mit der Bildung der fruchterzeugenden Organe des kommenden Jahres in besonderer Beziehung zu stehen.

Laubabwerfende Bäume in mildere Klimate versetzt (z. B. unsere Eichen oder Ahorne, Linden ꝛc. nach Griechenland) wiederholen Laubabfälle nach eintretender Trockenheit und Austrieb der Blätter nach neuer Bewässerung in demselben Sommer, selbst mehrmals. Dasselbe thun dort einheimische, aber an nassen Stellen vorkommende und ins Trockene verpflanzte Bäume, z. B. Platanen. Man kann die Wachsthumserhöhungen beliebig hervorrufen, begreiflich innerhalb gewisser Grenzen nur.

Wenn wir sehen, daß auf einer Wässerungswiese mehr Gras steht, als auf einer dem Meteorwasser allein überlassenen, so fragen wir noch, ist jenes Mehr auch ein wirkliches? Ist das Gewicht der trockenen Ernten von beiden Fällen auch ein so verschiedenes, als es den Anschein bei der Grünernte hat? Ist dieses Mehr auch in Bezug auf Nährkraft ein solches? Bekanntlich sind diese Fragen nicht bloß entstanden, sondern durch einzelne Versuche ist sogar die Antwort dahin ausgefallen, daß dem Mehrertrag der grünen Ernte nicht ganz auch ein Mehr an Nährkraft und trockenem Stoffe entspreche.

§. 10.

Das Alter.

Wenige Kulturpflanzen erreichen ein hohes Alter; es liegt nicht im Interesse des Anbauenden, dieses erreichen zu lassen.

Dattelpalmen 200 bis 300 Jahre alt, Weinstöcke, an den immergrünen Eichen Südeuropa's aufrankend, wohl über 500 Jahre alt, werden gefunden, freilich verwildert. Oelbäume und Sykomoren wohl noch älter. Verwilderte Hopfenstöcke an Zäunen und Hecken reichen weit über Menschengedenken oft und einzelne Luzerneklee-büsche aus früherer Ansaat finden sich auf Weide- und Wiesenflächen bereits über 40 Jahre alt.

Aber Waldbäume tragen vor allen die Ehre des höchsten Alters davon und selbst die sehr gemäßigten botanischen Schätzleute sprechen von 4000 Jahre (andere sagen 8000!) alten Affenbrodbäumen in Mittelafrika. Linden von 800 Jahren und 82 Fuß Umfang, gleich-alterige Eichen mit einem Stammumfang von 19 Fuß werden da und dort gefunden (Polen, Litthauen, Schlesien). Man schätzt Eiben-bäume in England auf 1400 und einen auf 2096 Jahre. Die berühmte Riesencypresse in Mexiko hat 124 spanische Fuß im Umfange und der noch jetzt lebende Drachenbaum von Orotava soll älter als die ägyptischen Pyramiden seyn.

Am längsten in vorderasiatisch-europäischer Kultur befindet sich wohl außer den älteren fruchttragenden Bäumen: Gerste, Spelz und Weizen, denen Hanf und Lein, dann Erbsen, Linsen, Bohnen, Kichern, Lupinen folgten. Zunächst kamen mit den germanischen und scythischen Völkern: Haber und Roggen, dann die Luzerne, die Rüben- und Kohlarten. Diesen folgten Buchweizen und Oelpflanzen,

mit Ausnahme des älteren Sesam, dann Hopfen und die abendländischen Futterpflanzen: Rothklee und Esparsette. Fast gleichzeitig Grundbirn (Topinambour), Kartoffeln, Tabak, Mais, letzter in Ostasien älter.

Längst verschwunden aus der Kultur derselben Regionen sind: die heilige Bohne der ältesten Ganges- und Nilanwohner (der ächte Lotos der Urvölker, der für sie die Bedeutung des Weizens hatte), das Kolokasion und der Papyrus, die strauchartige Luzerne und manche fruchttragende Bäume.

Wenn die Pflanze sich dem Ende ihrer Lebensdauer nähert, was häufig zugleich mit der Fruchtreife stattfindet, vermindert sich der Zufluß der Nahrungssäfte; die Zellen, mit unlöslichen Stoffen der Anlagerung erfüllt, wirken nur schwach oder gar nicht mehr auf die Diffusion oder die Endosmose, Blätter, Aeste sterben ab, es entwickeln sich immer weniger Knospen, weniger Holzlagen, schmarotzende Pflanzen, ächte und unächte, nehmen überhand und bedecken namentlich die Rinde (Moose, Flechten, selbst Pilze) und endlich geht die Zersetzung des Zellstoffes und des Zellinhaltes vor sich, der Baum wird kernfaul, dann stirbt er von der Spitze her ab, er wird gipfeldürr und ist — todt.

Die vermodernde Pflanze liefert wie alle verwesenden, modernden und faulenden organischen Stoffe Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Wasserdunst, Ammoniak- und andere Stickstoffverbindungen und Salze — alles was zur Bildung neuer Pflanzentheile nothwendig ist. Die Keimzellen sind von der gestorbenen Mutter geliefert worden, also kann die junge Pflanze leicht leben, wenn Luft, Licht, Wärme und wohl auch Elektricität ihr nicht entsteht.

§. 11.

Die Krankheiten.

Wenn die Organe der Pflanzen, Zellen und Gefäße, durch mechanische Einwirkungen, künstlich zumal, verletzt werden und demgemäß die Pflanzen selbst erkranken, so ist darüber nichts weiter zu sagen. Schon schwierig wird die Erklärung solcher Verletzungen, die ohne solche äußere mechanische Einwirkungen vorkommen, Berstung mit Saft-, Gummi- und Harzfluß, nicht selten mit den Erscheinungen der Gährung verbunden. Am schwierigsten endlich, wenn Zellen und Gefässe anscheinend unverletzt bleiben und erst

durch Schmarotzerbildungen auf ihnen mit nachfolgender Krankheit verletzt werden. Dann treten die häufigsten aller Pflanzenkrankheiten, die parasitischen Pilzbildungen auf, bei welchen es immer sehr schwer ist, zu entscheiden, ob sie Folge der Erkrankung oder ihre Ursache selbst sind. Endlich befaßt sich eine letzte Klasse noch mit den Schwindsuchten der Pflanzen ohne Schmarotzer oder Parasiten.

Bei dieser Eintheilung sind alle Mißbildungen im engeren Sinne, als den Landwirth nur entfernt berührend, unbeachtet geblieben. Deßgleichen blieb unberücksichtigt die Eintheilung der Pflanzenkrankheiten nach den Haupttheilen einer Pflanze (Wurzel, Blätter, Blüthe, Frucht ꝛc.) und jene nach den Organen der Ernährung, der Respiration und der Fortpflanzung, da ja am Ende die Zelle und wieder die Zelle, auch zum Gefäß metamorphosirt, ohne uns erhebliche anatomische Unterschiede zu zeigen, der Gegenstand jeglicher krankhaften Veränderung bleibt.

Unsere Eintheilung verweist in die I. Klasse alle sogenannten äußeren (vulgo chirurgischen) Krankheiten, in die II. Klasse: den Saftfluß (Gummifluß) bei dem Steinobste, Krebs oder nassen Brand der Bäume, der Wurzeln und Knollen, Wassersucht, Schlagfluß.

In die III. und größte Klasse: die Kartoffelfäule mit den Pilzen, die Wurzelfäule der Rüben, den Wurzeltödter, den Rußthau, den Schimmel, den Brand und Rost, die Filzkrankheit, den Mehlthau, den Honigthau, das Mutterkorn, die Taschen.

Die IV. Klasse der Krankheiten umfaßt sämmtliche Phthisen, Abnahme der Kräfte und dahin Gehöriges, wie Bleichsucht, Gelbsucht, Versteinern, Verholzen, Schwinden, frühzeitiger Laubabfall und Faulen der Früchte, Entkräftung, Scheintodt, Unfruchtbarkeit, Vergilben, Brandflecken ꝛc.

Von der I. Klasse abgesehen scheint allen übrigen eine und dieselbe freilich sehr entfernte Ursache zu Grunde zu liegen, gestörtes Verhältniß der Durchdringung (Diffusion), theils in den Lösungen selbst, theils in der Zellhaut begründet. Ob dieß nun weiter verursacht sey durch ein Mißverhältniß der Mineralsubstanzen der Lösung, oder durch Uebermaß von Wärme und Kälte, der Feuchtigkeit, der Luftmischung oder der Elektricität, oder endlich durch Eingriff störender Parasiten (der Pilze), das ist zu erforschen.

Es steht aber mit allen Erfahrungen im Einklang, daß es der

stickstoffhaltige Zellinhalt, der Primordialschlauch oder die Primordialschichte vor allem ist, der die erste Veränderung erleidet und dann weiter verderbend wirkt.

Sollte nun zwischen dieser Erscheinung und den zahllosen Pilzbildungen auf den Kulturpflanzen, den ersteren Krankheiten derselben überhaupt eine gewisse Beziehung nicht stattfinden? Zwischen dem stickstoffhaltigen Zellkern und den stickstoffreichen Pilzsporen und Pilzkeimen, den Oidiumgliedern und Brandkugeln des zerfallenen Zellgewebes der Weinbeeren und Aehrenspelzen?

Die Naturforscher sind bezüglich der Pflanzenkrankheiten im Allgemeinen in zwei Lager gruppirt, die einen hängen dem Parasitismus und der Ansteckungsfähigkeit durch parasitische Pilze an, sie nehmen die ausgedehnteste Fortpflanzungsfähigkeit der Pilze durch Sporen an, die anderen, Schleiden an der Spitze, erkennen in den Pflanzen, namentlich den Kulturpflanzen, innerliche Krankheitsanlagen, die sie eben durch zahllose Vexationen der Kultur erhielten, in Folge deren entstünden Krankheiten, und dann als weitere Folge die parasitischen Pilze. Die Ansicht Schleidens von der üblen Einwirkung zu sehr vermehrter Phosphorsäure im Boden, als die stickstoffhaltige Zellenauskleidung (den Primordialschlauch!) besonders mehrend und so das Zellleben verändernd, mag weiterer Nachweise sehr bedürfen, jedenfalls aber scheint uns von eben diesem Primordialschlauche der Anfang der Pilzbildung zu datiren.

Aus dem stickstoffhaltigen Zellinhalte kann sich ohne Samen eine Pilzmutter entwickeln. Diese bildet dann Sporen, welche den Parasiten selbstständig fortpflanzen, zunächst durch die Spaltöffnungen der Pflanzen eindringend und zwischen und in den Zellen wuchernd, gleichfalls Pilzmutter bildend, bis diese die Oberhaut der Pflanzentheile durchbricht und die Sporenschläuche sich bilden. So Brand, Rost und alle Schmarotzerpilze überhaupt.

§. 12.

Natürliche Pflanzenfolge.

Gibt es in der Natur eine Fruchtfolge, hier Pflanzenfolge zu nennen?

Jahrtausende wohl und länger als die Geschichte es nachweisen kann, folgen sich Wald- und Wiesenpflanzen auf derselben Fläche — ob in Form von Savannen, Pampas, Prärien, Alpenmatten

oder Thalwiesen — es ist gleich. Alle ihre Abfälle kommen direkt nach dem Absterben mit oder ohne Wanderung durch Thierkörper dem Boden wieder zu gut, auf dem sie standen. Was sie dem Boden entzogen, kehrt zu ihm zurück, noch mehr, auch das nämlich, was sie der Luft entzogen und zwar so lange, bis es selbst in diese allmählich wieder zurückgekehrt ist (atmosphärische Pflanzennahrung).

Aber Geschichte wie Beobachtung sprechen von Entstehung von Nadelholz da, wo sonst Laubholz war (Eichen- und Fichtenwaldungen) vom Verschwinden einzelner, sonst zu Wald gesellig verbundener Waldbilder, des Taxus z. B. in ganz Europa, der Buche, der Kastanie, der Kornelle, der Ulme, des Speierlings ꝛc. in Südeuropa, in den Ländern der ältesten Bodenkultur, in Griechenland, in Kleinasien. Man kann nicht sagen, daß da, wo wie im Süden, niemals Streurechen statt fand, die Mineralbestandtheile den Holzarten ausgegangen sind, sie wachsen auch auf dem fruchtbarsten Boden jetzt nicht mehr dort, wo sie sonst in Masse wuchsen. Es hat also die Aenderung des physikalischen Klima, die geänderte Vertheilung von Feuchtigkeit und Wärme, die mehr extreme Weise dieser Vertheilung durch Kultureingriffe in großer Ausdehnung überhaupt diese Abnahme und Wanderung erzeugt.

Unsere Wiesenflächen sind nach wie vor größtentheils noch da wo sie sonst waren, aber daß ihre Gräser und sonstige Pflanzen je nach den Jahrgängen (Feuchtigkeit und Wärme) noch auffälliger freilich nach der Düngung oder Bewässerung wechseln, ist allgemein bekannt. Daß sie in südlichen Ländern ganz verschwanden und oft Steppen an die Stelle ehemaliger Marschen traten, weder wild noch kultivirt mehr fetter Lotosklee oder Geisklee dort wächst, ist von uns anderwärts gezeigt worden.

Es gibt also eine natürliche Pflanzenfolge, eine Fruchtfolge in der Natur, wie es eine Aenderung der Art gibt, aber sie ist für unsere so kurze Beobachtungszeit nur erst in einzelnen Hauptzügen zu erfassen.

§. 13.

Bedingungen derselben.

Diese Pflanzenfolge ist zunächst bedingt von den Faktoren des physikalischen Klima, von den Einflüssen der Feuchtigkeit und Wärme.

Wenn in der künstlichen Pflanzenfolge, der landwirthschaftlichen Fruchtfolge, von der Erschöpfung des Bodens als vorzugsweise maßgebend ausgegangen ist, so ist das unbezweifelt gerechtfertigt, aber da die klimatischen Einflüsse von nicht geringerer Bedeutung sind und ihre Abänderung, wie die Gartenkunst zunächst erweist, weiter möglich ist, als man annimmt, so muß die Lehre hievon jener zu Seite gestellt werden. Der Lein gedeiht nicht mehr im flachen Binnenlande Deutschlands, wie ehedem, zuverlässig nicht deßwegen, weil ihm etwa überall die Boden- oder Luftnahrung fehlt, sondern wegen Mangel der ehedem beständigen Luftfeuchtigkeit in seiner Wachsthumsperiode, in den Zeiten, als ganz Germanien noch vorzugsweise herkynisches Waldland war. Dasselbe ist selbst schon von dem in der Kultur so jungen Klee beobachtet worden.

Auch bei uns wächst der Opium liefernde Mohn, aber er liefert bei derselben Pflanzennahrung nur fettes Oel in den Samen, aber geringe Arzneikräfte im Safte, weßwegen er gerade nur im Oriente und Asien überhaupt angebaut wird. Der Hopfen entwickelt, in Südeuropa's Niederungen angepflanzt, nur sehr wenig Lupulin, wenn er überhaupt zur Blüthe kommt, wohl aber bei einer Höhe von 3000 Fuß, wo er sich wild findet. Welch einen Tabak reift die Sonne von Salzungen, oder welchen Wein jene von Grüneberg!

Schon für sehr geringe Entfernungen ist das klimatische Verhalten maßgebend für die Güte der organischen Stoffe, Zucker, Oel, Stärke, die wir erzeugen wollen. Sind es Nährstoffe weniger? zunächst jene des Bodens?

Wenn Reichthum an Stickstoff im Boden den procentischen Stickstoffgehalt der Pflanzentheile erhöhen könnte, so müßte dieß vorerst schon deßhalb gewiß seyn.

Runkelrüben sollen in sehr stickstoffreicher Düngung weniger Zucker, dafür mehr salpetersaure Salze bilden.

Kartoffeln werden dabei laut Erfahrung ärmer an Stärkmehl. Selbst Güte, Geruch und Geschmack vieler Gartenpflanzen, des Tabaks, des Kohles und der Kürbisse bei uns und der Melonen anderwärts im Freien wird nebst Zuckergehalt von gewissen künstlich gegebenen Nährstoffen der Pflanzen abgeleitet.

Sicher existirt ein gewisser Spielraum, innerhalb welchem auch die Nährstoffe der Pflanzen die Bildung von organischer Substanz nach Menge und Beschaffenheit abändern können. Der physiologische

Charakter der Art als solcher wird die Grenzen bestimmen. Aber durch die Kultur scheint diese Grenzen zu erweitern möglich, was eben mit dem Begriff der Acclimatisation sich in Verbindung setzt und mit der Bedeutung von Boden und Klima zusammenfällt.

Das Klima macht, daß eine organische Säure durch eine unorganische, z. B. im Mohn vertreten werden kann, noch mehr thut es dasselbe mit der Erzeugung von organischen Basen, das Klima macht in den Ländern der Heimath unserer Kulturpflanzen, am gewissesten mit den Leguminosen, es überflüssig, daß jene der Kultur des Menschen, seinen Phosphaten und Alkalien, folgen müssen, denn offenbar müssen sie eine Heimath haben! — also können die kleinen Unterschiede, die man durch Kultur (Dünger, Bearbeitung) in seinen Faktoren hervorrufen kann, nicht ohne Bedeutung seyn. Wir schätzen sie so hoch, als die chemische Aenderung der nährenden Bestandtheile selbst.

§. 14.

Die Verarmung und Bereicherung des Bodens.

Der Lehre von der Erschöpfung des Bodens an allem, was die Vegetation befördert, folgt die der Bereicherung desselben. Die Beachtung beider gibt die Grundlagen der Fruchtfolgen.

1) Ein Boden wird erschöpft zunächst durch Entfernung löslicher Nährstoffe, mögen sie durch das Wasser weggeschwemmt werden, oder durch die Luft entweichen, oder durch die Pflanzen verzehrt werden. Ein mit Chilisalpeter gedüngter Acker ist nach Jahresfrist selbst ärmer als zuvor, wenn der Acker ganz frei von Vegetation war. Ein Dreifelderwirth hat nach drei Jahren sein Feld in demselben Reichthum an Nährstoffen, ob er reine Brache hielt oder nicht.

Das Schwemmland am Euphrat wird unfruchtbarer ohne Vegetation, als mit derselben, eine gewisse Pflanzendecke erhält die Pflanzennährstoffe besser im Boden, als Mangel derselben. Nicht bloß die gebauten Pflanzen also erschöpften den Boden, wie ihn auch nicht bloß die Düngung der Pflanzendecke bereichert. Nach Blocks Versuchen war ein gedüngtes, aber nicht bebautes Feld nach drei Jahren nicht reicher an Pflanzennahrung, als andere gleiche gedüngte, aber bebaute.

2) Der Boden wird ferner erschöpft, wenn er zuviel Lösungsmittel erhält, seyen sie künstlich zugeführt (ammoniak- und kohlen-

säurereiche Stoffe, Salze verschiedener Art) oder bloß Wasser. Letzteres wie erstere wirken bei höheren Wärmegraden besonders stark. Für die Kultur aber zu wenig kräftig wirkt Wasser mit Kälte, abgesehen von der dadurch hervorgerufenen Stockung alles Stoffwechsels. Reichliche Regen mit Wärme ersetzen die lösende Kraft unserer Dünger unter den tropischen und subtropischen Zonen, ja schon im wärmeren Theil der gemäßigten Zone. Die Theorien ausschließlicher Stickstoffbevorzugung in Form von energisch wirkenden (treibenden) Düngern sind gefährlich, so lange die erhaltenen höheren Erträge nicht die später nöthig werdenden höheren Anstrengungen auch in der Zufuhr zu lösender Stoffe im Voraus decken. Es ist indessen wenig zu fürchten, daß die Fabrikation künstlicher Dünger leicht nachlassen werde, da insbesondere die Kultur der Handelsgewächse in mehr civilisirten Ländern immer mehr überhand nehmen wird.

3) Wenn der ungedüngte Boden mehr Pflanzenmasse erzeugen soll, als er von Natur schon trägt, und man setzt ihn durch Bearbeitung in den Stand, dieß zu bewirken, indem man ihm zugleich das Erträgniß nimmt, so erschöpft er sich sehr. Wenn er gedüngt wird, so würde diese künstliche Nahrungszufuhr und seine eigenen, in ihm jährlich frei werdenden Nährstoffe den Pflanzen zur Disposition gestellt, er erschöpft sich zwar, aber je nach Beschaffenheit der zugeführten Stoffe in einem anderen (höheren oder niederen) Grade.

Der Boden trägt nur Pflanzen innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsbezirkes gebaut in einer bestimmten Zeit zu höherem, wirthschaftlich bezweckten Ertrage ohne Erschöpfung bei einiger Kultur.

Die nie gedüngte Rebe trägt alljährlich in Kleinasien und Griechenland, ihrer Heimath, auch auf sehr wenig natürlich fruchtbarem Gehäng; unsere Wiesen bringen in feuchten Niederungen ihre einheimischen Gräser alljährlich trotz der Aberntungen zu reicher Entwicklung, unsere Wälder trotz zeitweiser Abholzung dasselbe, wenn nur nicht noch mehr genommen wird. Pisangpflanzen und Dattelhaine thun deßgleichen. Im europäischen Süden werden Cerealien (Gerste) sogar ohne Wechsel lange fort alljährlich auf derselben Fläche bei Bearbeitung ohne Düngung mit viel Erfolg gebaut, — schon nicht der Mais oder die Baumwolle, am wenigsten Melonen! Bei uns können erst einige Jahre Bearbeitung ohne Dünger und dann erst wegen Mangels günstiger physikalisch-klimatischer Bedingungen ein spärlichesErnteresultat unserer nicht heimischen Kultur-

pflanzen erzwingen. Schon anders verhalten sich Rothklee und Esparsette, obgleich einer Forderung größerer Massen auch ein größeres Reichniß entsprechen muß. Und dann noch werden sie bodenkraftmehrend! Man könnte Erschöpfungszonen und Regionen analog den Zonen und Regionen der Pflanzengeographie für die Kulturpflanzen aufstellen.

So sind die Cerealien nach dem Grade ihrer größeren Forderungen an die Gunst des Klima in der kalten gemäßigten Zone Erschöpfungspflanzen, voran der Mais, die Durrah, Weizen, Gerste, Roggen, Haber, weniger die Leguminosen und Buchweizen, gar nicht Kleearten, unsere Gräser, Spergel und vielleicht selbst der Hopfen und Reps, die nur gerne als Handelspflanzen stark getrieben und daher zehrend angesehen werden.

In der warmen gemäßigten Zone sind die Cerealien und Leguminosen nicht mehr Erschöpfungspflanzen, mit Ausnahme des Mais, Reis und der Durrah, kaum mehr der Tabak, der schon häufig ohne Düngung gebaut wird. Weizen und Gerste, Erbsen, Bohnen, Kichern, Linsen, Lupinen herrschen vor, es verschwinden Haber und Buchweizen, Reps, Spergel, Hopfen und Kleearten, mit Ausnahme der Luzerne und Sulla. Aber Baumwolle, Reis, Mais, Zuckerrohr, Sesam, die Melonen sind hier noch bodenerschöpfend. In den subtropischen Zonen und unter den Tropen selbst verändert sich der ganze Habitus der Kultur der gemäßigten Zonen, welche die Civilisation der Erde tragen. Durrah, Reis und Mais, Bataten, Yams, Manioc, Datteln, Palmen überhaupt, Pisang, Brodfruchtbaum, Mehl, Zucker, Gummi und Kleber, Brodstoffe auf den Bäumen herrschen vor. Unsere Cerealien tragen in den Niederungen und selbst ziemlich hoch oft in zu großer Ueppigkeit keine oder schwache Samen, sie hören ganz auf, weniger die Leguminosen. Es handelt sich hier nicht mehr um absolute Bodenerschöpfung, sondern nur um relative, d. h. um Erzielung der größten Masse auf einer bestimmten Fläche, was unter allen Zonen der Erde durch künstliche Zufuhr nährender Stoffe auch für einheimische Pflanzen gefördert werden kann.

Mit den Regionen der Pflanzengeographie lassen sich auch nach der Erhebung über die Meere die Erschöpfungsregionen feststellen. Man muß erfahrungsgemäß an den nördlichen Abhängen der Alpen viel mehr Dünger aufwenden, um noch Weizen oder selbst Roggen

und Gerste zu erzielen, als in der Niederung am Rhein oder Main. Dafür wächst auf den Alpenmatten die größere Abart des Wiesenklee's, die eigentliche Stammart (Abart) des kultivirten Rothklee, wie zahlreiche Wiesengräser in größter Ueppigkeit ohne alle Düngung.

An den feuchten Küsten der Nord- und Ostsee gelingt oft Weizenbau im Sandboden, mit Düngung begreiflich; auf der Geest und im Alluvialsande derselben Länder (Friesland, Oldenburg) kann man die schönsten Eichenbestände auf Sandboden finden, sogar in besonderer Kultur (Eichenkämpe), aber ohne Dünger.

4) Die Kulturpflanzen erschöpfen den Boden mehr, wenn sie weniger tief wurzeln und den Untergrund nicht als Nährquelle benützen können, können sie aber letzteres, dann bereichern sie ihn leicht durch ihre Rückstände schon nach der Aberntung. Reif geerntet haben sie den Boden mehr erschöpft, als noch grün geerntet. Deßgleichen, wenn sie längere Zeit das Feld besetzt hatten. (Winterfrüchte mehr wie Sommerfrüchte!) Am meisten und schnellsten erschöpft der fortgesetzte Anbau ein und derselben Kulturpflanze. Nackter Boden wird schneller erschöpft, als ein mit Pflanzen bedeckter, wenn selbst die Pflanzen nicht dem Boden bleiben (üppiger Kleestand), immer mehr aber, wenn sie ihm genommen werden. Die in einem Jahre frei werdenden Pflanzennährstoffe lassen sich nicht leicht für ein nächstes Jahr ohne Umwandlung in Pflanzenstoff aufbewahren. Die Grunddüngung ist eine Aufbewahrungsart von Pflanzennahrung aus Luft und Erde gesammelt, für bestimmte Verbrauchszeiten. Auch sehr üppige Ernten wirken ähnlich auf die nachkommende Frucht, unter bestimmten Bedingungen nur. Lockerer leichter Boden wird schneller erschöpft als schwerer, weil die Verwitterung, Lösung und Zersetzung rascher vor sich geht und vieles der Vegetation ungenützt verloren geht.

Aus den Analysen ist zu ersehen, daß z. B. Leguminosen durchschnittlich fast mehr als noch einmal so viel Stickstoff und auch beträchtlich mehr Mineralstoffe dem Boden und der Luft entziehen, als die Cerealien und doch heißen diese bodenerschöpfend, jene oft bodenkrafterhaltend? Man hat diese Erscheinung auf verschiedene Weise gedeutet.

Allgemein ist man der Ansicht, daß die Leguminosen und die Kleearten insbesondere aus der Luft mehr Nährstoffe anzuziehen im

Stande wären, als die Halmfrüchte. Man nahm die größeren Blattflächen und zahlreicheren Spaltöffnungen zu Hülfe.

Aber es ist nicht schwer zu beweisen, daß ein dichtbestandenes Weizenfeld in der Zeit des Schossens nicht weniger Appendicularorgane oder Blattflächen auf gleicher Bodenfläche, wie selbst ein Rothkleefeld zeigt.

Dasselbe ist mit den Spaltöffnungen der Fall, die wir besonders zu diesem Zwecke bestimmten und oben abbilden ließen. Daraus aber folgt noch nicht, daß die Spaltöffnungen der einen mehr Ammoniak z. B. absorbiren und zu assimiliren im Stande sind als die anderen, da uns ja über die Art der Diffusion nährender Gase durch die Spaltöffnungen erweisbar noch gar nichts bekannt ist.

Es scheinen in der That die Leguminosen nährende Gase der Atmosphäre rascher wie andere Kulturpflanzen sich aneignen zu können und mit Hülfe der stickstoffhaltigen insbesondere auf oben von uns erklärte Weise den Stoffwechsel zu bethätigen. So denn würden sie den Boden in ihren Abfällen etwas zurücklassen, was sie ihm nicht genommen haben, also die Pflanzennahrung desselben mehren.

Welche Wirkung sie durch größere Beschattung üben, ist nicht minder zweifelhaft. Daß dadurch nicht nährende Gase in erheblicher Menge zurückgehalten werden können, zunächst die Kohlensäure aus den Verwesungsprocessen, scheint jedem, der die Elasticität derselben und ihre Diffusionskraft bei freiwaltendem Wind und Wetter kennt, klar zu seyn. Ueberdieß beschatten Cerealien bis zum letzten Drittheil ihrer Reife (man denke an dichtstehende Mais- und Hirsesaaten, Haber- und Weizenstand) den Boden auch sehr vollständig. Von Conservirung von Nährstoffen im Schatten, wie es bei geschlossenem Waldstande allerdings der Fall ist, kann wohl von 1—2 Jahre bestandenen und während dem öfter abgeernteten, also kahl gemachten Flächen kaum die Rede seyn. Das zunächst liegende möchte noch die Erhaltung eines mäßigen Feuchtigkeitsgrades, die Regulirung des Verwitterungsprocesses durch diese dichte und länger dauernde Pflanzendecke seyn. Mehr noch aber die dazu kommende Kraft dieser tiefwurzelnden Pflanzen, mineralische Nährstoffe eben durch die Bewurzelung aufzuschließen, die Verwitterung und Lösung direkt zu bewirken, dabei sie denn freilich das ihnen zunächst Convenirende verzehren und für ihre Nachfolger, nicht aber für andere, boden-

erschöpfend wirken. Schon einfachste Beobachtung lehrt die Richtigkeit dieser Behauptung. Es gehört dazu nur eine seichte Ackerkrume mit steinigem Untergrund, wie etwa um München oder Wien mit Kalkgerölle zu finden ist. Da ziehen die Wurzeln der Kleearten förmlich Furchen durch ihre Wurzeln in die Geröllsteine, umklammern in der Krume die kleineren Stücke und filzen sich nach längerem Bestande zwischen die gröberen Bestandtheile der Krume fest. Lysimeterrückstände können den Schlußbeweis führen.

Das ist wohl der Sinn jener da und dort sogenannten Gahre, die den so vortrefflichen Zustand der Krume bezeichne, denn daß die um humificirende Pflanzentheilchen sich entwickelnde Kohlensäure den Boden auftreiben soll und lockern, wie einen Brodteig (Stöckhardt) ist unglaublich und kann selbst aus den großen Quantitäten Kohlensäure, die Lewy und Boussingault in gedüngten Feldern nachwiesen, nicht deducirt werden, abgesehen davon, daß auch auf sonst fruchtbaren sehr lockeren, dem Entweichen der Kohlensäure nirgends Widerstand bietenden Boden, der Klee seine günstigen Wirkungen äußert, vorab die Esparsette, und daß die Gahre als Lockerung angesehen vom nachfolgenden Stoppelsturz und der Bearbeitung wohl weit übertroffen, auch leicht selbst vernichtet wird.

Der Boden erschöpft sich ungleich, je nach den Bestandtheilen, die ihm, auf welche Weise immer, entzogen wurden. Er erschöpft sich an organischen und unorganischen Bestandtheilen und wenn es auch gerechtfertigt ist, die Bedeutung einiger, zunächst des Stickstoffes, der Phosphorsäure und des Kali besonders hervorzuheben, so darf doch keinen Augenblick vergessen werden, daß alle Pflanzennährstoffe nothwendig sind, einer so sehr wie der andere, die Freiheit der Substitution vorausgesetzt, ebenso sehr wie bestimmte Wärme- und Feuchtigkeitsgrade. Wenn in einem Boden alle zur Pflanzennahrung nöthigen Mineralstoffe vorhanden sind, aber sie sind sämmtlich nur löslich bei 24 Zoll Regenhöhe per Jahr und einer Mitteljahrestemperatur von 7° R., es gibt aber nur 20 Zoll Regen und die Durchschnittswärme bleibt für ein Jahr unter 7°, so tritt ein Minus solcher verfügbaren Nährstoffe ein. Daß solche geringe Differenzen eine Stallmistdüngung — größere aber kommen selten vor — aufheben kann, ist gewiß, abgesehen von den Nährstoffen, die sie selbst mitbringt.

Die Erschöpfung an Mineralbestandtheilen ist zu schätzen von Wichtigkeit. Da wir das Quantum solcher, durch irgend eine Ernte dem Boden genommen, kennen, so erübrigt nur im Gegentheil dazu die Bodenanalyse, um durch Vergleich zu finden, ob noch die nöthigen Mineralbestandtheile, vorab Phosphorsäure, Kali und Kalk für weitere Ernährung folgender Vegetationen vorhanden sind. Wasserauszüge, natürliche, sollten dieß zu gewähren im Stande seyn und darauf hin insbesondere ließen wir unsere Lösungsmesser konstruiren.

Allein die chemische Analyse ist noch nicht soweit fortgeschritten, um mit Gewißheit jene kleinen Theile noch angeben zu können, deren Vorhandenseyn doch schon sehr fruchtbarmachend wirkt. Und überdieß wirkt das in der Ackerkrume von 6″ Tiefe vorhandene Quantum von löslichen Mineralsubstanzen auf einem Tagwerke durchaus nicht analog seiner Menge zu jener der Ernte selbst. Welche Bedeutung endlich hat der große Wechsel der Aschenbestandtheile in den Kulturpflanzen? In ihnen wechselt z. B. die Phosphorsäure in 1000 Theilen trockener Pflanzenmasse zwischen 4—8 und die Quantitäten des Kali schwanken gar zwischen 6½—24. Und doch nannte man Kalipflanzen (Tabak, Weinstock, Klee, Kartoffeln, Rüben) und leitet das Zurückschlagen des Klee's (Kleemüde) von Mangel löslichen Kalis und löslicher Phosphorsäure ab. Es genügt aber für die landwirthschaftlichen Zwecke nicht, 9 Pfund Phosphorsäure, das doppelte Kali und 5—6 Pfund Kalk und Talkerde für ein Jahr in einem Tagwerk (40,000 Kubikfuß), oder bei bloß 6″ Tiefe der Krume in 1,000,000 Pfund Boden zu besitzen, obgleich jene Mengen nur in der Asche einer Weizenernte (Körner und Stroh) gefunden werden. Unsere Kenntnisse in der Art der Ernährung unserer Kulturpflanzen, in der Gabe der Nährstoffe nach Zweck, Zeit, Ort und klimatische Zustände, sind noch so sehr gering, daß wir immer einen sehr bedeutenden Ueberschuß noch geben müssen, wenn wir Erfolge sehen wollen. Die Luft (Schnee, Regen, Thau 2c.) enthält hinreichend Ammoniak, um eine Ernte damit zu versehen, fast jeder Boden enthält größere Quantitäten Kalk, Kali und selbst Phosphorsäure, als die oben für die Aschenbestandtheile einer Ernte als nothwendig bezeichneten Quantitäten, und doch gedeihen die Kulturpflanzen erst in unserem Sinne, wenn vielmehr von diesen Stoffen zugeführt wird, insbesondere in der Form organischer Dünger-

bestandtheile, als Stallmist, der sie in den Momenten seiner Zersetzung sogleich am passendsten den Pflanzen bietet, wie es scheint.

Man hat von Seite der Agrikulturchemie ein größeres Bedürfniß der Kulturpflanzen an Mineralbestandtheilen aus dem größeren Quantum des Trockengewichts der Kulturpflanzen abgeleitet und für eine dreifache Ernte von Runkeln z. B. auch das dreifache Quantum von Mineralsubstanzen gerechnet. Diese Annahme ist insoferne unrichtig, als mit der Zunahme der Massenbildung oft nicht die Zunahme der Mineralsubstanzen wächst, oft aber auch darüber steigt, also nicht in geradem Verhältnisse steht, um so weniger, als die Flüssigkeiten der Pflanzen die Mehrzahl der Salze enthalten, nicht die festen organischen Bestandtheile, letztere begreiflich nicht als phytochemische Individuen angesehen.

Ehe wir uns dem Schlusse unserer Folgerungen nähern, bemerken wir noch, daß die Landwirthschaft schon lange auf eine nicht minder scharfsinnige Weise, wie sie den Futterwerth bestimmte, auch die nährenden Kräfte des Bodens durch Rechnung zu fassen und sich in einer besonderen Lehre der Statik des Landbaues dienstbar zu machen strebte.

Die Agrikulturchemie hat ihr neuerlich in Bestimmung desjenigen Theils ihrer unbekannten Größen, der den Reichthum der Felder bezeichnete, eine Aufklärung gegeben, nur aber das, was jene als Thätigkeit des Bodens bezeichnen wollte, gehört noch in das Gebiet des wenig Erforschten. Es wird vielleicht als Agrikulturphysik, was es jedoch nicht umfassend genug bezeichnet, die nächste Zukunft der landwirthschaftlichen wissenschaftlichen Strebungen bilden.

§. 15.

Freiheit der Fruchtfolge.

Folgt nun aus dem, was bis jetzt gegeben ist, die Freiheit der Fruchtfolgen, die beliebige Benützung derselben für die Wirthschaft, die Befreiung von Zwang innerhalb derselben? Bereits herrscht diese Freiheit, begreiflich innerhalb der Gesetze (der Naturwissenschaft des Ackerbaues), wie alle Freiheit. Wir haben schon erwähnt, wie wildwachsende Bäume und Gräser selbst bei uns trotz zeitweiser Aberntung sich ohne Rückschlag folgen, wie im Süden und den Tropen sich Weizen und Gerste, Baumwolle und Mais

alljährlich folgen, von nur sehr geringen, oft ganz fehlenden Gaben der Kultur unterstützt; wir sehen auch bei uns in den Feldgärtnereien schon lediglich mit gewöhnlichem Stallmist erzwecken, daß sich oft seit tausend Jahren (Erfurt, Bamberg, Frankfurt 2c.) immer dieselben Pflanzen alljährig folgen. Dasselbe erzielt der Weinbauer, der Hopfenbauer; in Steiermark und Tyrol folgt bei Stallmistdüngung Mais auf Mais, selbst mit Bohnen und Hackfrüchten dazwischen.

Der Satz in der Fruchtfolge, welcher selbst bei allen sonstigen Hülfsmitteln der Kultur (Düngung und Bearbeitung) ein mehrjähriges Folgen derselben Kulturpflanze auf derselben Fläche für unmöglich erklärte, ist vor solchen Thatsachen bereits verschwunden. Sie ließen sich noch viel weiter ausdehnen.

Aber es ist doch auch in der gemäßigten Zone eine noch weit größere Freiheit hierin wünschenswerth, als man schon besitzt, eben jene des Gartenbaues, der größten Stufe der Agrikultur, ausgedehnt auf alle Feldflächen.

Diese wird möglich seyn, wenn man nicht bloß im gewöhnlichen Stallmist unter Berücksichtigung des oben erwähnten Superfluum die nöthigen Stickstoff- und Kohlensäurequellen, die Quellen für vermehrte Feuchtigkeit und Wärme, die Lösungsmittel vieler Mineralsubstanzen, sondern auch diese selbst gibt, da wo sie fehlen oder unzureichend sind. Würde nicht die Gunst oder Ungunst des Klima den Kreis unserer Kulturpflanzen überhaupt mehr beschränken, dann der aus seiner Unsicherheit (Witterung, Hagel, Dürre) hervorgehende wie aus den wirthschaftlichen Anforderungen und dem Principe der Ausgleichung aller Bodenprodukte auf größeren Räumen gegründete Wechsel seine Rechte geltend machen, so könnte schon jetzt, nach der Erkenntniß der Hauptforderungen einer gedeihlichen Vegetation, ein sehr hoher Grad der Freiheit in den Fruchtfolgen stattfinden.

§. 16.

Fruchtwechsel.

Die Wissenschaft hat gerechtfertigt, was die landwirthschaftliche Praxis schon lange (auch durch Erfahrung) gefunden hat, daß nämlich der Wechsel zwischen Luftnahrungs- (Blatt-) und Bodennahrungs- (Halm-) Pflanzen oder, noch besser gesagt, zwischen Pflanzen mit künstlich unterbrochener und natürlich ganzer Vegetationszeit

förderlich sey. Sie findet den Wechsel zwischen bodenkraftmehrenden (Kleearten) und bodenkraftzehrenden Pflanzen gerechtfertigt.

Sie gibt zu, daß man mit Folgen wie Hackfrucht, Halmfrucht, Blattfrucht, Halmfrucht und dann wieder von vorn trefflich fahren kann. Aber sie geht noch weiter, sie hat den Weg angebahnt, wie, falls es wirthschaftlich empfehlenswerth wäre, auch selbst Familie auf Familie und zuletzt selbst Art auf Art sich folgen können. Sie gibt die Freiheit der Bewegung in der Fruchtfolge.

Wir haben eben den Ausdruck Hackfrucht gebraucht und jedermann sieht, daß diese Bezeichnung mit den zwei übrigen nicht in wesentlicher Beziehung steht. Der Hackfrucht steht natürlich entgegen diejenige, welche nicht behackt, nicht gebracht wird. Früchte der ersten Art sind die während ihrer Vegetationszeit bearbeiteten, die sogenannten Brachfrüchte, wie Kartoffeln, Reps, Rüben.

Trotzdem, daß sie den Boden stark angreifen, werden sie doch mit Vortheil im Wechsel mit anderen nicht gebrachten Pflanzen gebaut, ohne daß den letzteren eine neue Düngung zugeführt würde. Das Brachen oder das Behacken, das Bearbeiten, also die Förderung der Verwitterung und die Ueberführung unlöslicher in lösliche Pflanzennahrung, das ist es vorzugsweise, was trotz der großen Menge von Nährstoffen, die sie selbst nehmen, diese Pflanzen doch hier eine Rolle spielen läßt, jener der bodenkraftmehrenden und schonenden gleich. Der Gartenbau bracht jede Frucht und zwar öfter, ja manchmal sehr oft im Jahre. Er gewinnt dadurch, freilich mit Düngerzufuhr, enorme Erträge, welche den Morgen Landes 3—4000 fl. werth machen und davon allein die Subsistenzmittel für eine ganze Familie direkt und indirekt beschaffen. In wärmeren Zonen vermag Bewässerung mit zeitweiser Lockerung und Bearbeitung dasselbe zu leisten, ja noch mehr, denn die so erzielte Gartenvegetation läßt sich an Ueppigkeit mit jener unserer Breiten gar nicht vergleichen. Mit Dünger, mit Zufuhr von Pflanzennährstoffen läßt sich aber unter allen Zonen noch mehr, das Höchste erreichen, was mit den Grenzen, welche die Gesetze des Organismus selbst geben, zusammen fällt. Darum ist der Tullismus der alten Zeit und die Reformation desselben nach dem Weedonsystem, die Anwendung der Brache auf alle Kulturpflanzen — überall Brache, aber nirgends leere! — im höchsten Grade beachtenswerth, sie erfüllt die Forderung der Lösung schon hinreichend vorhandener Bodennahrung ohne

Verschwendung, gibt der Luftnahrung reichlichen Zugang, wahrt die physikalischen Eigenschaften am besten und verspricht das Paradoxon, daß die Pflanzen so große Ueberschüsse an Pflanzennahrung zum Gedeihen haben müssen, zu heben. Nicht bloß die Lehre von der Beschaffung der Pflanzennahrung, sondern die Zubereitung der überall reichlich vorhandenen zur passenden Benützung mit Hülfe der Agrikulturchemie, Agrikulturphysik und Physiologie, das bildet die Aufgabe der nächsten Zukunft der Wissenschaft des Landbaues.

VI.

Das Hausthier.

A. Systeme und Anatomie.

§. 1.

Ursprung.

Es mag sehr lange gedauert haben, bis die Menschen wilde Thiere in zahme umzuwandeln im Stande waren und eine lange Zeit verfloß wohl, in welcher sie dieselben als halbwild auf ihren Wanderungen mit sich herumführten, bis es gelang, sie völlig zu zähmen. Auch ging dieses selbst nur mit einer kleinen Zahl von Arten, obgleich überall verschieden in den Mittelpunkten der Menschenracen, und die neuere Zeit macht lange vergebliche Versuche, da und dort zu dem Wild zu greifen, um durch Zähmung unsern Hausthierschatz zu bereichern, so daß es in der That nicht zu verwundern ist, wenn die Urvölker auch ihre Hausthiere als unmittelbare Geschenke der Götter erklärten. Leiteten doch die alten Inder vom heiligen Stier die ganze Schöpfung ab und das Pferd, den Hellenen Göttergeschenk, war den alten Persern wie oft auch germanischen Urstämmen heilig, gleichwie das Kameel und der Elephant bei den Asiaten oft in ihre heiligsten Ueberlieferungen verwickelt ist. Man hatte noch kein Haus und doch schon Hausthiere, ja die halbwild lebenden Wandervölker, welche nur in Zelten, dazu meistens von Thierhäuten gemacht, ihr Hirtenleben zubringen, haben die meisten.

Der Begriff Hausthier ist aber ein sehr weitwendiger. Sind dem Hirten der Pampas, dem Steppen bewohnenden Kalmüken seine Rinder- und Pferdeheerden nicht Hausthiere, obgleich er Jahre lang

kein Haus und keinen Stall sieht, keine künstliche Zucht und Pflege kennt? Dem Indier gilt der Elephant, den Wüstenstämmen Afrikas das Kameel, den meisten Arabern das Pferd, den Südeuropäern der Esel, sein Halbverwandter, den Mitteleuropäern das Rind, den nördlichsten Bewohnern Renn- und Elennthier, den Peruanern das Alpaka, fast Allen Schaf, Ziege und (mit Ausnahme der Mohammedaner) das Schwein, endlich Hühnerarten, Tauben, Enten, Gänse als Hausthiere. Hund und Katze schließen den Familienkreis. Auch halbe Hausthiere wären zu nennen. Dahin gehören wohl Seidenspinner, Bienen und Fische, die in geordneter Zucht gehalten werden, gehören alle Wildarten, deren Uebergang in die regelmäßige Zucht der Menschen sich angebahnt hat, wie z. B. die Kaninchen, der zur Mast gehaltene Fischotter bis zum Sperling und Staar herab, denen künstliche Nester verfertigt werden, um ihre Brut regelmäßig ausheben und verzehren zu können. Die Lehre von der Hege des Wildes ist zur Zeit der Verbindung des Jagdrechtes mit Grund und Boden der nächste sich anschließende Zweig landwirthschaftlicher Thierproduktion.

Aber wie gesagt, die Einführung von neuern Hausthieren erfolgt noch langsamer, als die neuer Kulturpflanzen.

§. 2.

Reiche der Thierwelt.

Man hat in neuerer Zeit den Botanikern gleich es versucht, Faunenreiche abzugrenzen und mit Hülfe der Thierstatistik zu beschreiben. Begreiflich sind Hausthiere, die nach Zufall und Kulturstand sich so verschieden zahlreich aber doch überall verbreiteten, am wenigsten geeignet, solche Reiche oder Imperien zu kennzeichnen. Dennoch sind ihre Merkmale da und dort stark hervorstechend, zunächst wo sie noch wild sind.

So sind im arktischen Reiche (Reich der Pelzthiere und Schwimmvögel) im östlichen Continent das Rennthier als Zug-, Melk- und Fleischthier, im westlichen freilich nur als Jagdthier im Großen der Bisamochs (Bos moschatus) hervorzuheben.

Im mitteleuropäischen Reiche das Wildschwein (den 55° nicht überschreitend), acht Arten von Wiederkäuern, darunter Elen, Hirsch, Reh, Gemse, Steinbock, der Ur, dann unser gemeines Rind, dessen schönstes Centrum der Verbreitung sich hier wohl findet.

Im Reiche der kaspischen Steppen treten schon wilde Pferde und wilde Esel auf, noch mehr einige Antilopen, Schafe und Ziegen, aber erstere finden ihre Urheimath.

Im centralen Hochasien ist das Reich der equina nach Smarda, wo das Pferd in der mongolischen Steppe, wie im iranischen und tibetanischen Hochlande bis 17,000 Fuß aufsteigend sich wild findet. Ihm schließt sich der Dschigetai (Eq. hemionus) und der wilde Esel (Eq. onager) an. Ebenso hat hier das baktrische Kameel seine Heimath und zwei Antilopen, Wildschaf und Wildziege (Ov. Arni), der Grunzochse (Yak, bos grunniens) begleiten es.

Pferd, Schaf und Kameel bilden hier den größten Reichthum der oft nomadisirenden Völker. Maulesel- und Maulthierzucht sind selten.

In der neuen Welt zeichnet sich Nordamerika's Fauna noch durch den Büffel der Prairien (Bos americanus) und den amerikanischen Mufflon aus.

In Hochafrika findet die Zoologie das Reich der Wiederkäuer, der kleineren Arten zunächst, der ungezähmten. Antilopen in vielen Arten und großen Heerden (über 40 Arten) Giraffen, Büffel und der Kaffernochs, gestreifte Pferde (Eq. Quagga, Zebra, festivus) herrschen vor. Dennoch dürften dem ausgezeichneten Charakter nach die Pachydermen, der Elephant, Nashorn, Flußpferd, mehrere Schweinearten mit ihnen um die Ehre der Benennung des Reiches streiten können.

Das indische Reich hat wilde Bergschafe und Bergziegen, Edelhirsche, Antilopen, vier Arten Rinder, darunter der Buckelochs (Zebu), eine Abart des gemeinen Rindes, vorzüglich aber der Büffel, dessen Heimath in Vorder- und Hinterindien ist. Dazu noch B. frontalis und B. gaurus, Tapir, Rhinoceros und Elephant.

Noch ist erwähnenswerth für uns das Peru-chilenische Reich, Reich der Auchenien genannt, und zwar die Region der Berge und Hochebenen, wo Lama, Huanaco, Alpaka und Vicunna leben; Lama und Alpaco waren die einzigen Hausthiere der Eingeborenen, ehe die Europäer Pferd und Rind einführten, die seither insbesondere in den Pampas am La Plata so zahlreich verwilderten, ein Beweis, daß nicht gerade an jedem für die Art günstigen Orte auch diese selbst entstehen mußte.

Wollten wir, den Botanikern und Zoologen folgend, auch

landwirthschaftliche Gebiete, gleichsam Reiche der Landwirthschaft abmarken und dazu die charakteristischen Kulturpflanzen und Hausthiere benützen, im Anhang der nationalen Getränke und Gemüse erwähnend, so möchten wir folgendes große Schema erhalten, dessen Ausfüllung indessen hier unterbleiben muß.

I. Der äthiopische Kreis.

Charakteristische Nährpflanzen: Dattelpalme, Gummibäume, Bananen, Sykomoren, Nepka, Agrumen, Kaffee, Mohrenhirse (Durra), Mais, Mangoes, Feigen, Grundnüsse, Teff.

Thiere: Kameel, Ziegen, Büffel (Zebra, Antilopen), Perlhuhn.

Getränke: Dattelbranntwein, Palmenwein, Rum, Kaffee, Kath; die größte Ehre dem Wasser!

Gemüse: Cucurbitaceae, Palmtriebe, Batatas, Hibiscus esculentus, Solanum Melongena.

II. Der arisch-aramäische Kreis.

Charakteristische Nährpflanzen: Weizen, Gerste, Spelz, Hirse, Hülsenfrüchte, Oelbaum, Feigen, Granaten, Quitten, Weichseln, Welschnüsse, Kastanien, Steinobst, die Weinrebe.

Thiere: Pferd, Esel, Trampelthier, Schaf, Ziege.

Getränke: Wein, Opiate, Haschisch, Kaffee, Muchumos (Tabak).

Gemüse: Leguminosen, Zwiebeln und Cruciferen.

III. Celtisch-germanisch-slavischer Kreis.

Charakteristische Kultur- und Nährpflanzen: Roggen, Haber, Buchweizen, Gerste, Weizen, Rübenarten, Hopfen, Kleearten, Reps, Runkeln (Kartoffeln), Aepfel, Birnen (Kernobst), Kirschen, Pflaumen, Haselnüsse, Speierlinge, Mispeln.

Thiere: Rind, Pferd, Schwein, Renn- und Elennthiere, Schafe und Ziegen.

Getränke: Bier, Kwas, Meth, Kumis, Cyder, Branntwein, Wein.

Gemüse: Cruciferen (Kohlarten).

IV. Indisch-chinesisch-australischer Kreis.

Charakteristische Nährpflanzen: Reis, Mais, Weizen, Durra, Zucker, Thee, Maggy, Harika, Tanquikakoun, Kokusnuß, Brodfruchtbaum, Sago, Bananen, Sebesten, Apfelsinen, Palmen (Oel und Sago), Taro, Sesamum, Feigen.

Thiere: Elephant, Büffel, Zebu, Hund, Känguruh, Hühner.

Getränke: Rum, Arrak, Thee, Pfeffertrank, Betel (kauen).

Gemüse: Palmkohl, Melonen, Bohnen.

V. Amerikanischer Kreis.

Charakteristische Nährpflanzen: Mais, Kartoffeln, Maniok, Bataten, Yams, Taroo, Quinoa, Nüsse, Ananas, Kaktusfeigen, Pisang, Cacao.

Thiere: Lama, Alpaka, Bison, Buffalorind, Pferde, Rinder.

Getränke: Chika, Pulque, Palmenwein, Cocca, Chokolade, Paraguaythee (Maté), Quarana (Tabak).

Gemüse: Liebesäpfel, Cayennepfeffer, Maiskolben, Pamies oder Hibiscus esculentus, Melonen.

§. 3.

Das europäische Gebiet.

Wir haben unsern Kreis nach den Hauptvölkern benannt, die ursprünglich in denselben eindrangen, nach den Celten, Germanen und Slaven. Gleichviel, daß sie schon andere Völker vorfanden und an den Grenzen sich mit anderen mischten, sie hatten doch alle selbst von ihren ersten Anfängen an eine fast gleiche Art der Entwicklung ihrer Hausthierzucht.

Am ähnlichsten seinen wilden Stammältern ist es das Schwein vor Allen, welches sich in den Jungen bald zähmen läßt und auch leicht, dem Walde wieder überlassen, wieder verwildert. Von Eumäus, dem „göttlichen Schweinhirten“ und obersten Rath des hellenischen Königs Odysseus bis zum Römer J. Scrofa, von den gewaltigen Schweinheerden der Angelsachsen und Bajuwaren bis auf die modernsten Sauhaltungen oder „Schweinereien“ der Neuzeit mit Badezellen, Wühlplätzen und Promenaden stand die Schweinzucht in diesem Kreise immer in hohem Ansehen, doch aber in alter Zeit noch mehr, wo des Mannes ganze Habe oft nur in den Schweinheerden bestand und ein Eicheljahr ein fruchtbares Jahr hieß.

Neben dem Schwein erhielt gleich in der Urzeit von den wandernden und kriegenden noch wenig festhaftenden Völkern unseres Kulturkreises das Pferd zunächst als Kriegsgefährte die größte Pflege. Alle Hausthiere lagen begreiflich noch vorzugsweise auf der Weide, die spärlich gehaltenen und elend ernährten Rinder nicht weniger. Darum auch hielt sich das Schaf besser und nur von der Rindviehhaltung entstammte das Sprüchwort, daß Viehhaltung

überhaupt ein nothwendiges Uebel sey, nothwendig wegen des Düngers.

Erst als im 18. Jahrhundert der Kleebau begann, der Brachanbau Platz griff, ward Stallfütterung möglich und so endlich die Pflege des Rindes für unsere Verhältnisse als das Nützlichste in der Thierhaltung im Allgemeinen erkannt, denn in einzelnen Fällen mag bald Pferde-, bald Schweine- oder Schafzucht mehr lohnen, aber der Gewinn massenhaften Fleißes mittelst massenhafter Erzeugung von Futter jeglicher Art und Nebenerzeugung eines überall hin sehr passenden Düngers, gleichfalls in großer Menge, war doch nur mit dem Rinde möglich, welches feuchtes Klima und dichten Graswuchs, wie es Mitteleuropa so leicht liefert, besonders liebt.

Und das auf dem Hochgebirge so gut, wie in der sumpfigen Niederung, in der Marsch und an der Küste.

§. 4.

Stamm. Schlag. Race. Klasse. Art.

Aus diesen Kulturkreisen den dritten allein hier herauszugreifen und näher zu erörtern, wird man gerechtfertiget finden. Wer auch wäre im Stande, aller übrigen Kreise Schläge, Stämme oder Racen von Hausthieren, vom Elephanten bis zum Alpaka, vom Kameel bis zum Rennthier anzugeben!

Die Begriffe Unterart und Abart (Varietät, Spielart), wie sie die Naturforscher sonst brauchen, gehen begreiflich in die nur weiter ausgeführten Begriffe der Landwirthe von Stamm, Schlag und Race vollkommen auf und es ist völlig unthunlich, sie noch neben diesen zu nennen.

Stamm ist eine Anzahl von Individuen einer bestimmten Hausthierart, welche bestimmte durch Kunst oder Natur, durch Zucht, Ernährung und Pflege oder Klima und Boden gewonnene Merkmale, die nur von sehr geringer Constanz sind, auszeichnen.

Schlag ist eine Anzahl von Stämmen, denen ein gemeinsames viel constanter gewordenes und wesentlicheres Merkmal zukommt.

Die Race wird von vielen Schlägen gebildet und ihr Charakter stützt sich nur auf höhere Grade des Wesens und der Dauer der Merkmale.

Die Klasse umfaßt endlich alle von der Natur allein schon

innerhalb des Verbreitungsbezirkes mit der Constanz der Abart der Naturforscher ausgerüstete Individuen, die sich im Begriff der Art (species) endlich vereinen. Fügen wir Beispiele an.

Eine Art ist das gemeine Rind (Bos taurus).

Diese Art zerfällt in Europa in drei Klassen: das hellgraue Rind von Osteuropa, das bunte der Alpen und Mitteleuropa's, das schwarze und dunkelgraue Westeuropa's.

Die letzte Klasse bildet als Racen z. B. die Schwytzer, Allgäuer, Norditaliener, Provencalen 2c., auch das gelbe Landvieh im westlichen Deutschland.

Die Allgäuer Race zerfällt wieder in Schläge, z. B. Walserthaler, dunkelgraue, dachsfarbige, gelbgraue.

Der dachsfarbige Schlag wird endlich in mehreren Höfen auf verschiedenen Alpen gezüchtet als schwerer und leichter, harter und weicher 2c. Stamm.

Fügen wir ein Beispiel von den Schafen noch bei:

Stamm: Waldbrunner Schaf.

Schlag: Rambouillet.

Race: Negretti.

Klasse: Merino.

Art: das Schaf.

Oder vom Pferde:

Stamm: schweres Pinzgauer Pferd.

Schlag: Pinzgauer.

Race: norische.

Klasse: Schweres Zugpferd von Mittel- und Westeuropa.

Art: das Pferd.

Demnach ist nun klar, daß die Aufzählung aller Stämme von Hausthieren auch nur in Europa eine Unmöglichkeit ist. Es würde bei dem leichten Wechsel der Merkmale und der sie begründenden Einflüsse auch von geringem Nutzen seyn. Anders ists aber mit den Schlägen, in welche sehr viele sonst von den Schriftstellern aufgeführten Racen fallen und noch mehr begreiflich mit diesen und den Klassen selbst.

Der Unfug, gleich überall mit dem Worte „Race" bereit zu seyn, ist kennzeichnendes Merkmal des Unverstandes in Sachen der Thierproduktion und wird nie leichtsinniger verschwendet, als da, wo man die älteste Intelligenz hierin zu suchen hätte, bei den

Pferdezüchtern nämlich, welche freilich oft in einer unübersehbaren Steppe von Dilettantismus gedrängt sich tummeln, der Naturforschung nur sehr wenig zugängig. Freilich auch haben sie den Nachtheil, daß ihre Beobachtungen die längste Zeit brauchen.

Die Art umfaßt also nur die Individuen von größter relativer Verschiedenheit, so daß selbst die Produkte verschiedener Arten, ächte Bastarde, ihren Typus nicht erhalten, d. h. sich nicht fortpflanzen können. Bei den guten Gattungen ist die Bastardzeugung selbst nicht möglich.

§. 5.

Die Aufgabe.

Der Landwirth hält Hausthiere, indem er entweder von ihnen die Kraft (zum Zug) benützt oder Fleisch und Milch bilden läßt, oder die Wolle scheert und endlich, indem er Junge züchtet. Ihn beschäftigen also vorzüglich die Ernährung und Vermehrung der Thiere. Um die besten Vorgänge für beide zu finden, ist nöthig, das Innere der Thiere in Bezug auf ihren Bau, also ihre Organe näher kennen zu lernen.

§. 6.

Die Elementartheile und Urgewebe.

Wie die Pflanze aus der Zelle im ersten Anfang aufgebaut wird, so das Thier, wie dort der größte Eichbaum, so hier der größte Elephant. Zahllose nur durch Vergrößerung sichtbare Thierchen sind nur einzelne Zellen, d. h. Bläschen oder ringsum geschlossene Häute mit flüssigem Inhalt. Im flüssigen Inhalt ist dann auch der Zellkern wie dort und in ihm wieder Kernkörperchen. Die ersten Bildungen, die sich im gebrüteten Ei zeigen, sind Zellen.

Zuerst theilen sich die Zellkerne, indem jeder einzelne wieder einen Haufen Dotter um sich nimmt und sogenannte Furchungskugeln bildet.

Zuletzt entstehen so zu Schichten (Blätter) an einander gereihte Zellgruppen, aus denen alles allmählig aufgebaut wird, was den ganzen Thierkörper ausmacht.

Fig. 47.

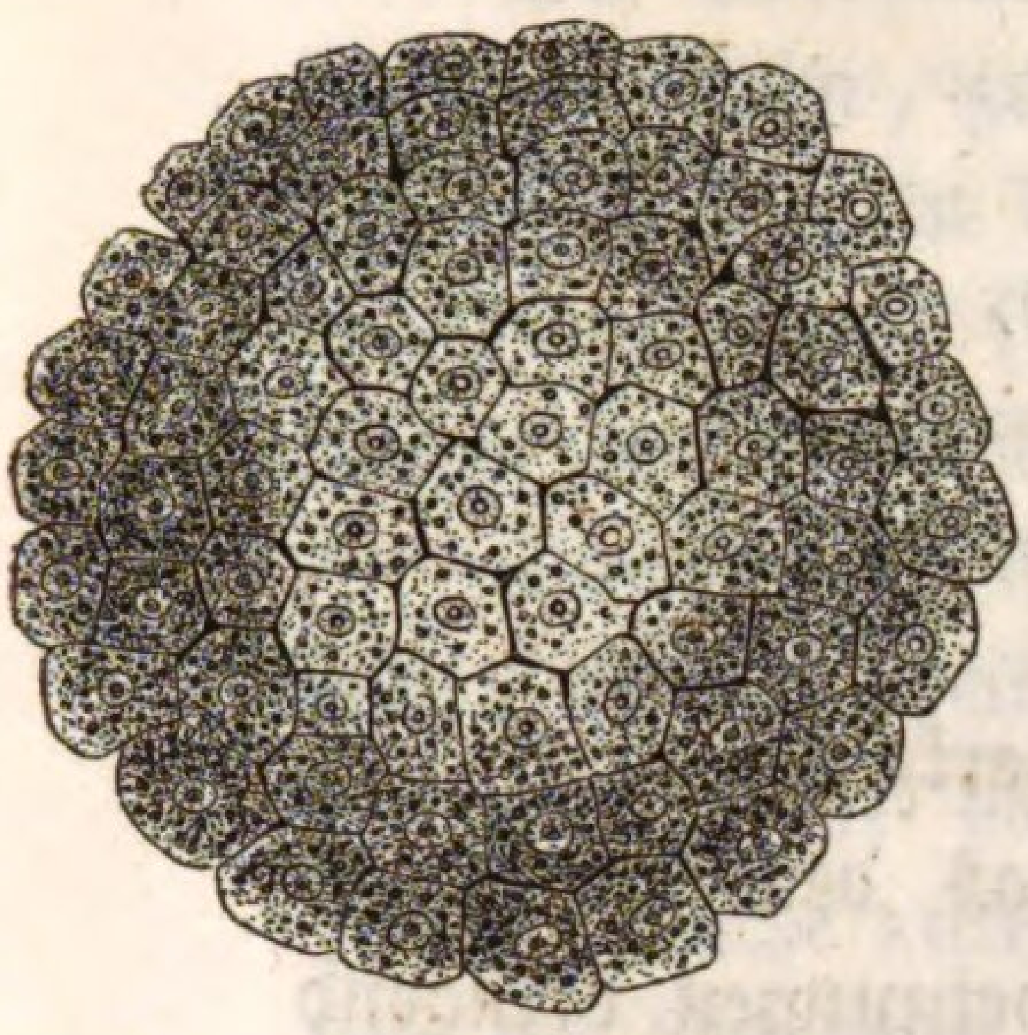


Fig. 48.

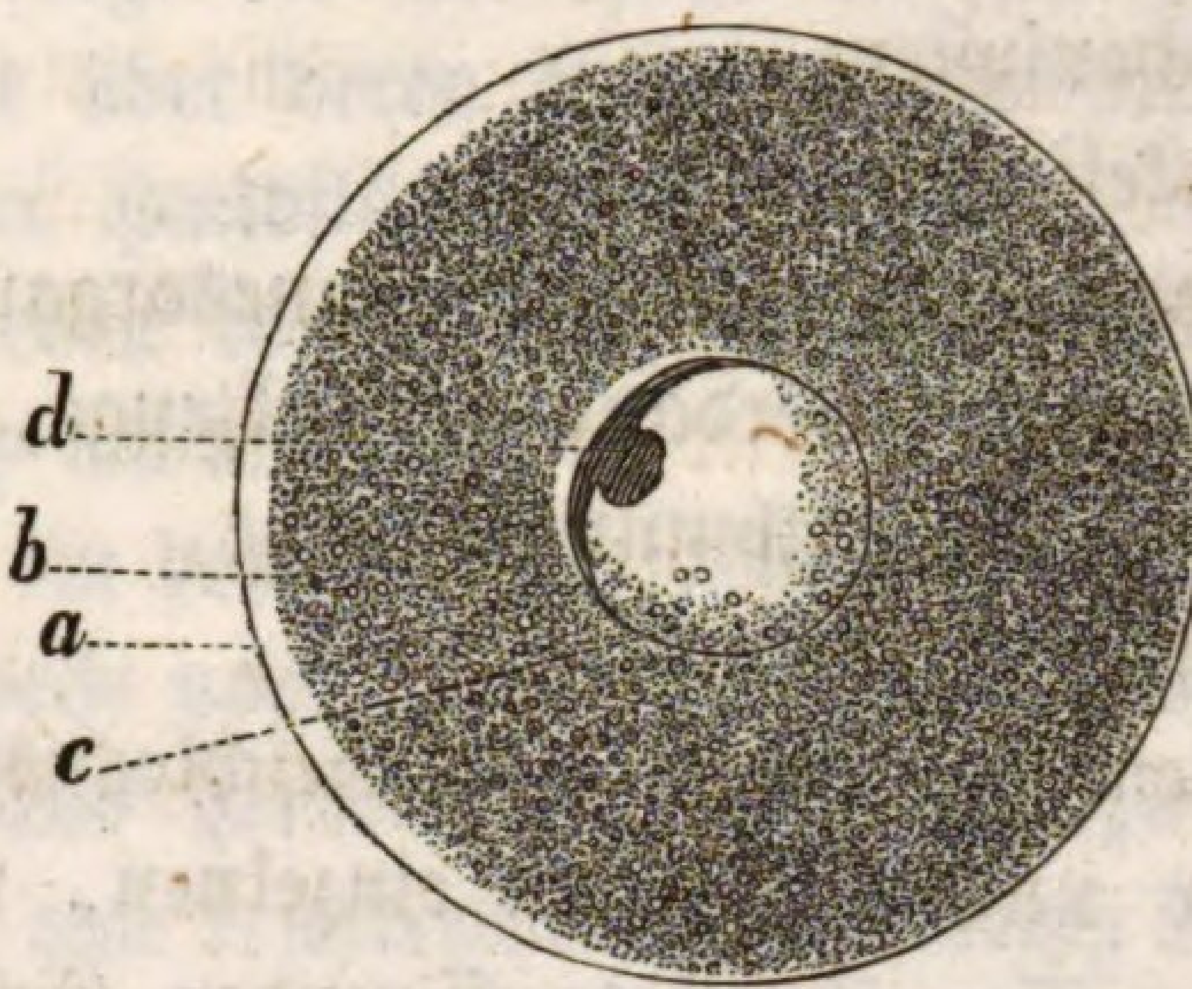


Fig. 49.

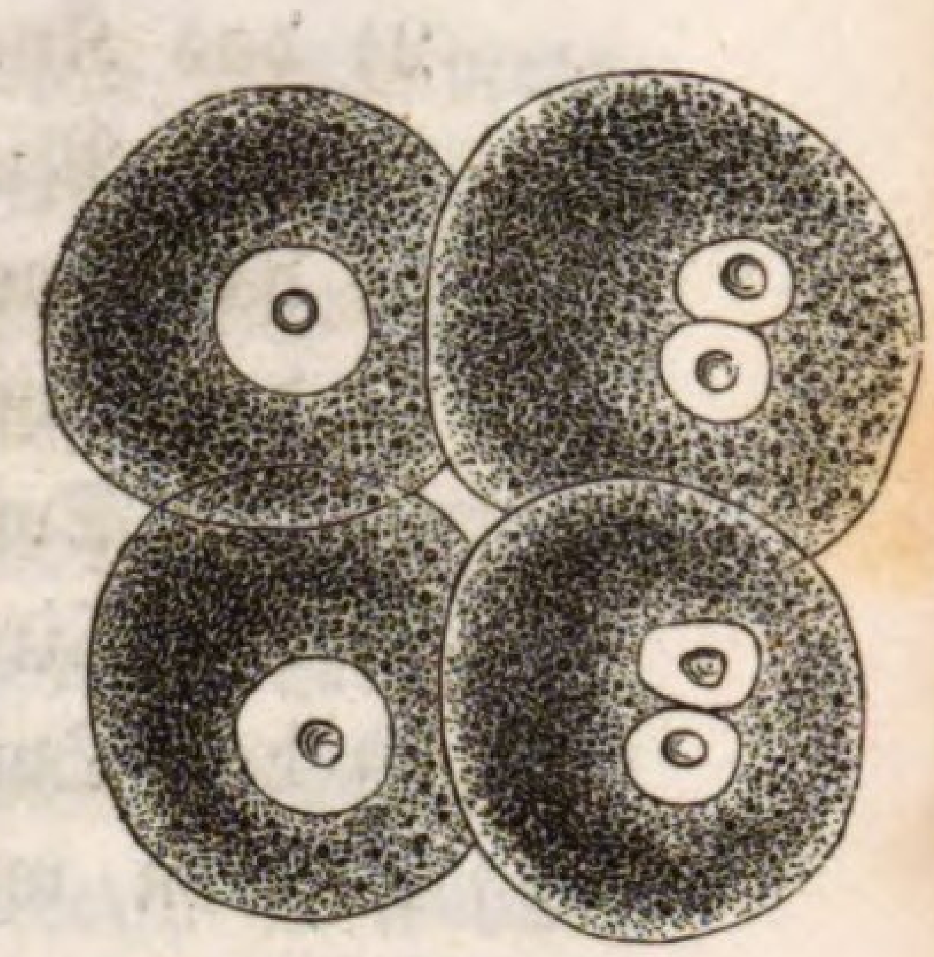


Fig. 47. Zahlreiche Furchungszellen der Eizellen mit Dottersubstanz.
Fig. 48. Eine Eizelle mit a Membran, b Inhalt, c Kern, d Kernkörperchen.
Fig. 49. Vier Furchungskugeln der Eizellen.

Dabei denn verändern sich die Zellen gewaltig und sind freilich als Knochen oder Fleischklumpen nicht wieder erkennbar. Wenn man aber streng verfolgt, wie alle formgebende Körpermasse allmählig aus ihnen entsteht, so unterscheidet man bald vier Arten von Geweben, in welche diese Zellbildungen vorerst auslaufen.

1) Eine Art bleibt gleichsam selbstständig, indem sich die Zellen nur vereinigen, um gewisse Stoffe aufzunehmen und auszuscheiden, wie die Zellen der Leber oder der Lunge, die Drüsen überhaupt.

2) Andere Zellen bilden jene Gewebe, welche die Empfindungen und Sinnesthätigkeit vermitteln — die Nerven — und

3) andere jene der Bewegung — die Muskelthätigkeit. Endlich

4) zieht durch alle diese drei Gruppen hindurch ein viertes Gewebe, welches überall im Zusammenhang steht, die übrigen Gebilde umgibt, einhüllt und stützt. Es wird zu Häuten und Knochen oder diesen gleich wirkenden Theilen, das Bindegewebe.

Alle oder einzelne dieser veränderten Zellgruppen treten wieder zusammen, um eine bestimmte Leistung für den ganzen Körper durchzuführen. So vereinigen selbstständig gebliebene Zellen als Blutzellen (Kügelchen), Bindegewebe und Nerven und Muskeln sich, um die Verdauung zu bewirken und man spricht dann von all den Gebilden, die hiezu mitwirken, als von Organen oder Werkzeugen, welche sich wieder zu bestimmten Zwecken oft vereinigen und dann ein organisches System bilden. Als solche werden von Leidig aufgeführt:

1) das System der äußeren Haut,
2) das Knochensystem,
3) das Muskelsystem,
4) das Nervensystem und die Sinnesorgane,
5) das System der Verdauungswerkzeuge,
6) das System der Athmungsorgane,
7) das Circulationssystem,
8) das System der Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Nehmen wir nun aus jedem einzelnen, was dem Landwirth zur Erklärung gewisser ihn interessirenden Erscheinungen dringend nothwendig ist.

§. 7.

Das System der Haut (Haar, Feder, Horn, Huf, Klaue).

Die äußere Haut hüllt den ganzen Körper ein und besteht aus zwei Lagen, der Oberhaut und der Lederhaut. Die Oberhaut ist nerven- und blutlos, daher ohne Gefühl, schilfert sich ab und wird zu Nägeln, Hufen, Hörnern, Haaren.

Die Lederhaut gehört recht zum Bindegewebe und besteht aus zähen Fasern, welche in einander verfilzt sind und, mit Gerbestoff zusammengebracht, nicht mehr im kalten und kochenden Wasser sich lösen — d. h. Leder sind, weil gegerbt.

Ungegerbt wird die Lederhaut durch Sieden allmählig zu Leim.

Zwischen Oberhaut und Lederhaut befindet sich eine Schleimschichte, die bei verschiedener Farbe auch den Körper verschieden gefärbt erscheinen läßt (Mohren), unter der Lederhaut ist weitmaschiges, dünnes Bindegewebe, welches bis zu den übrigen Organen, zunächst zu den Muskeln geht und diese einhüllt. In diesem Bindegewebe liegen sehr viele Fettzellen, welche sich bei gemästeten Thieren außerordentlich vermehren und mit Fett strotzend fühlen. Darum sucht der Viehmäster durch den Griff zu finden, ob dieses Gewebe reichlich vorhanden und somit als leicht verschiebbar zu fühlen ist, oder er untersucht an Stellen, die nur seltene Fettzellen im Bindegewebe unter der Lederhaut haben, ob sie solche schon mit Fett gefüllt haben, weil in diesem Fall das Thier gewiß auch an den übrigen nicht greifbaren Orten Fett angesetzt hat. Er thut dieß z. B. am Hodensack oder an den Ohrmuscheln.

Die Oberhaut folgt der Lederhaut in alle Einsenkungen und Maschen dieser, geht über deren Leistchen und Rinnen, was dann sich nicht bloß in der Handfläche des Menschen, sondern auch an den Haaren und Federn der Thiere, dann am sogenannten Milchspiegel der Kühe sich wieder zeigt.

Das Haar ist ein hornartiges, fadenförmiges Gebilde der Oberhaut, welches theilweise noch in der Lederhaut eingesenkt ist (Haarzwiebel), theils daraus hervorragt. Die Haarzwiebel besteht aus Zellen, welche unten eine trichterförmige Oeffnung bilden, in welches sich ein Wärzchen der Lederhaut mit Blutgefäß und Nerven zieht. Darum schmerzt es, Haare auszureißen; da aber der Schaft selbst nur aus Oberhautfortsetzung allein besteht, so schmerzt das Abschneiden desselben nicht.

Die zellige Haarzwiebel ist umgeben von der schleimigen Schichte der Oberhaut, dann von der Lederhaut, die sich einstülpt, selbst. Der Schaft besteht aus einem Oberhäutchen, was schuppenartig aufliegt und einem zelligen Theil, in dem eine Röhre sich befindet,

Fig. 50.

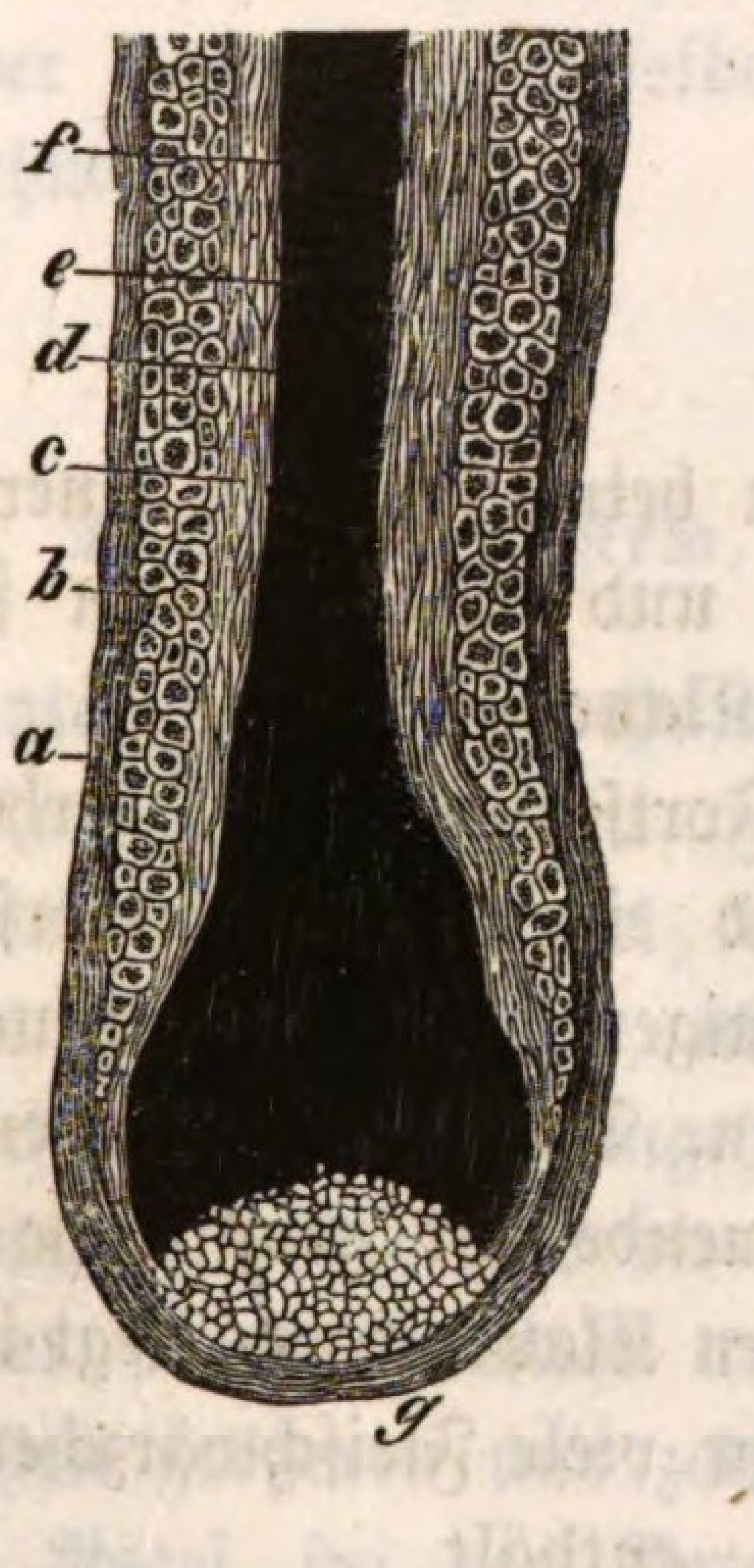


Fig. 50. Anfangstheil eines Menschenhaares in seinem Balge gelegen.
a Haarbalg,
b äußere Wurzelscheide,
c innere Wurzelscheide,
d Epithelium des Haares,
e Rindensubstanz,
f Marksubstanz des Haares,
g Haarkeim. Vergr. 200.

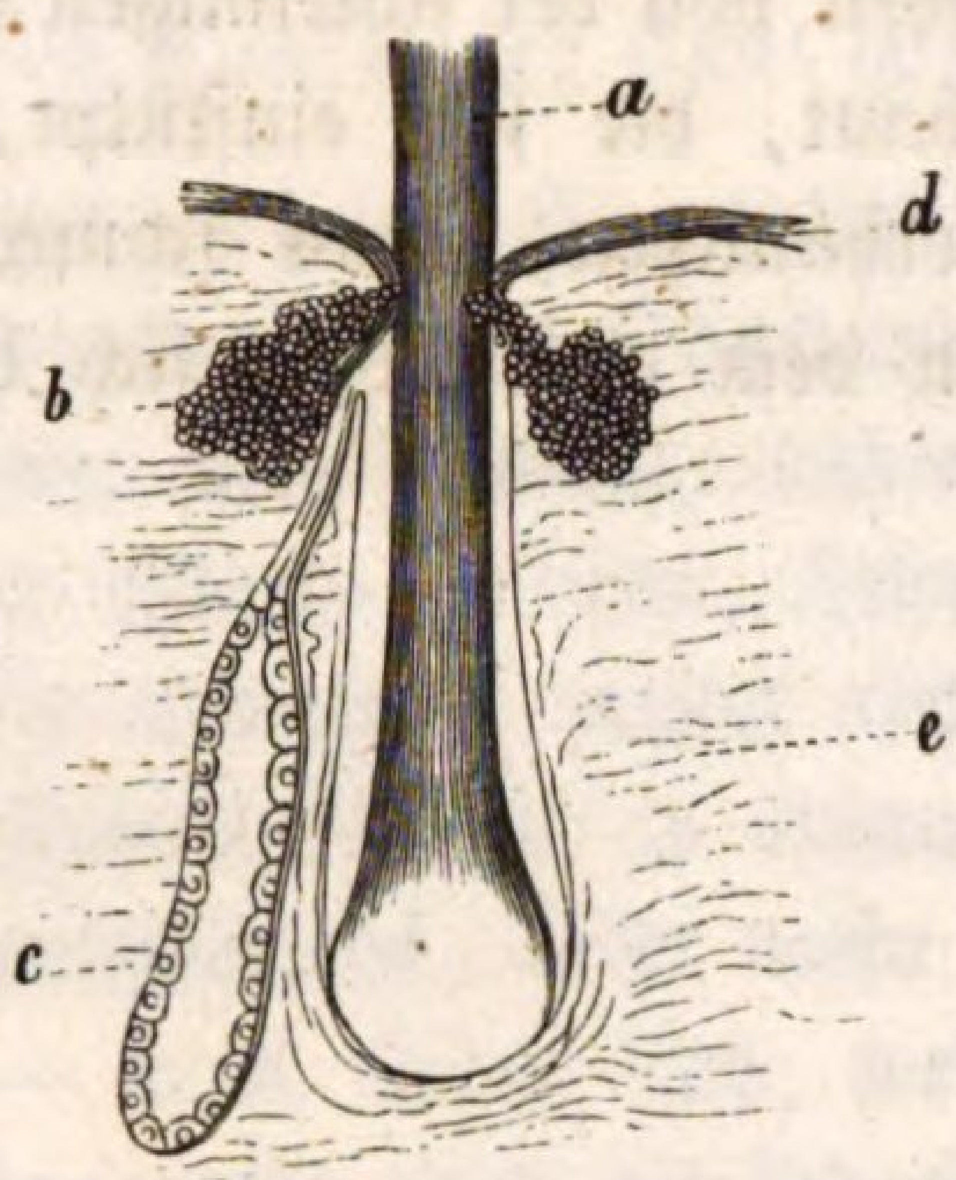
welche mit Zellen angefüllt ist, die bald Saft bald Luft enthalten.

Die Hufe und Klauen sind nichts als Gebilde der Oberhaut, empfindungslos und unlöslich im Wasser, wie diese und an der Stelle ihres Ursprungs durch immer neue Zellen wachsend. Sie schilfern sich durch vertrocknende Zellen immer wieder ab.

Die Oberhaut schützt die sehr empfindliche Lederhaut, in welcher ja die Gefühlswärzchen und Tastwerkzeuge entwickelt sind. Neue Haare entstehen in den Bälgen der Alten. Neben den Haaren sind die Talgdrüsen, welche Fett aussondern und die Haut einölen, gleichsam die natürlichen Pomadebüchsen des Körpers.

Die Abbildung zeigt den Durchschnitt der Haut des Kalbes (nach Leidig).

Fig. 51.



a Haar,
b Talgdrüsen,
c Schweißdrüsen,
d Oberhaut,
e Lederhaut.

Die ungetheilten Fußenden stecken beim Pferd in einer Hornkapsel, Huf genannt, bei Schweinen und Wiederkäuern sind sie getheilt und ihre Hornscheiden heißen Klauen.

Die Klauen sind wie die Nägel Fortsetzung der Oberhaut der Lederhaut und lassen eine Wand und eine Sohle unterscheiden. Die äußere Wand ist mehr oder weniger glatt, die innere mit senkrecht stehenden Hornblättchen versehen. Diese Hornblättchen passen genau in von der Fleischwand herkommende sehr gefäßreiche Fleischblättchen. Am oberen Rand der inneren Klauenwand liegt in einer eigenen Rinne die Fleischkrone, die sehr viele Fleischwärzchen, reich an Nerven und daher sehr empfindlich, enthält.

Das Horn der Klauenwände selbst besteht nur aus glattgedrückten vertrockneten Zellen der Oberhaut. Am Hufe unterscheidet

man außer Hornwand und Hornsohle noch den Hornstrahl, der den Einhufern eigenthümlich ist. Die Hornwand schließt Fleischkrone und Fleischwand mit den Wärzchen und Ausführungsgängen der Talgdrüsen gerade so ein, wie bei den Klauen. Die Hornsohle ist mit der Hornwand an der sogenannten weißen Linie verbunden und der Hornstrahl liegt in dem dreieckigen Raume der Hornsohle, von welcher er durch die Eckstreben, zwei Einbiegungen der Hornwand zwischen Sohle und Strahl von hinten nach vor — getrennt ist.

Auf der äußeren Fläche der Stirnbeine erheben sich bei den weitaus meisten unserer wiederkäuenden Hausthiere knöcherne Zapfen, welche mit sehr vielen Blutgefäßen über- und durchzogen sind. Sie sind von hornigen Kapseln umgeben, welche indessen gegen das Ende zu dicht werden und nicht mehr hohl sind. Diese Hornkapseln werden durch die Gefäße der darunter liegenden Lederhaut gleichfalls ernährt, bestehen aus vertrocknenden platten Zellenlagen mit Zellen dazwischen, welche den Farbstoff enthalten, daher auch die Hörner und insbesondere ihre Spitzen in der Farbe verschieden sind.

Die Hornscheiden wachsen wie die Nägel von der Basis gegen die Spitze zu, von ihrer Verbindung mit der Oberhaut der Lederhaut an. Eine Unterbrechung der Ernährung des Körpers bei nachfolgender Aufhebung derselben läßt sich an Ringen in den Hörnern wahrnehmen.

§. 8.

Das Muskelsystem, Fleisch, Flechse, Muskelkraft.

Unter der äußeren Haut setzt sich lockeres Bindegewebe zwischen das **Fleisch** hinein fort.

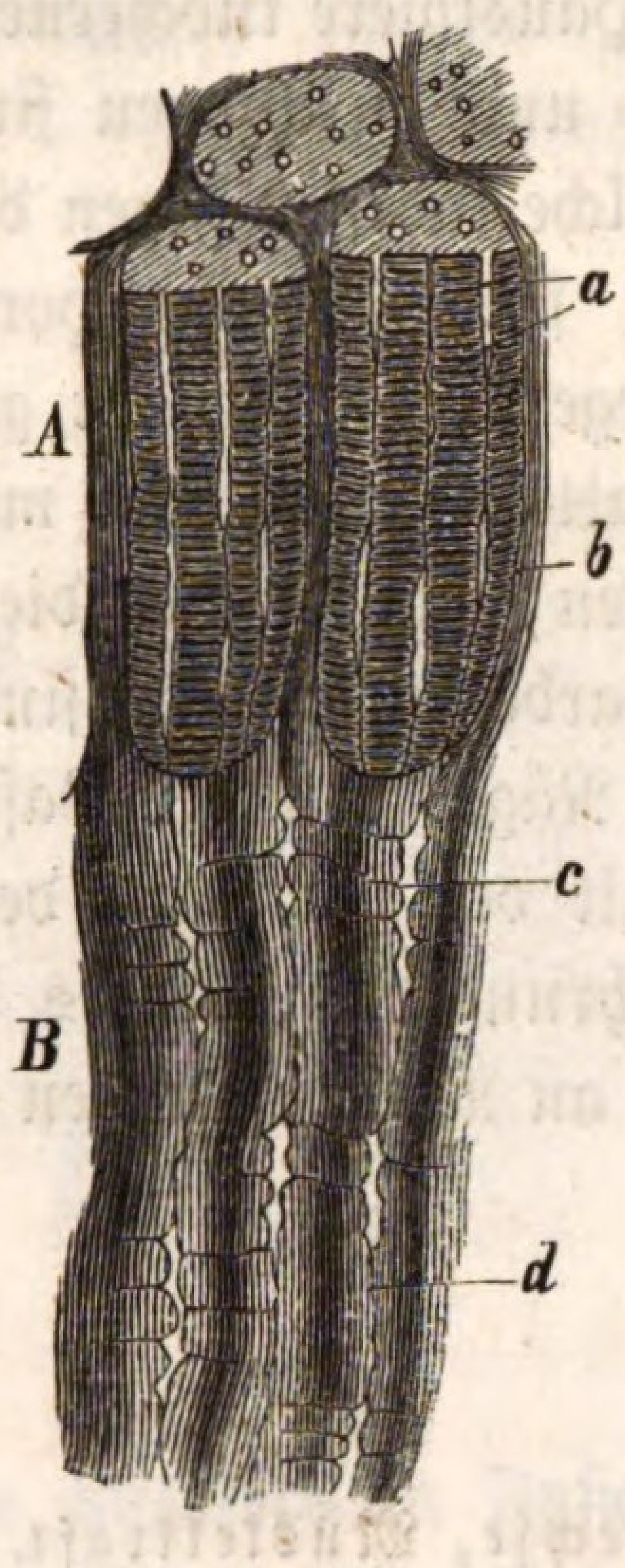
Diese rothen Bündel, von uns Fleisch vorzugsweise und zwar mageres Fleisch genannt, überziehen vorzüglich das Knochengerüste, an welches sie zumeist angeheftet sind und vollziehen die Bewegung des Körpers. Sie sind die **Muskeln**.

Der Muskel besteht aus einer Hülle von Bindegewebe und zahlreichen größeren und zahllosen kleinsten oder Urbündeln, welche in der Regel bei der Vergrößerung sich quergestreift zeigen und fähig sind, sich zusammenzuziehen. Diese zusammenziehbaren Bündel machen Bewegung. Der Fleischbündel, welcher als Muskel am

Vorderarm und Oberarm befestigt ist, muß durch Zusammenziehung oder Verkürzung den ersten dem andern nähern, d. h. ihn bewegen.

Das umhüllende Bindegewebe geht zwischen die Bündel hinein, auch zwischen die feinsten und begleitet überall Nerven und Blutgefäße, welche in die zusammenziehbaren Theile selbst nicht eindringen. Das Bindegewebe wird am Ende dieser Theile endlich zur Sehne oder Flechse, wie die Abbildung zeigt.

Fig. 52.



A Muskelprimitivbündel.
B Sehne.
a Grenzlinien der Primitivcylinder,
b Sarkolemm,
c Bindegewebskörperchen,
d streifige Masse der Sehne.

Die Muskeln des Körpers arbeiten, indem sie entweder andern Massen gewisse Geschwindigkeiten beibringen, oder gewisse Lasten auf gewisse Höhen bringen, oder bei gewissen Bewegungen gewisse Widerstände besiegen. Man mißt die Leistung, indem man sie mit einem Gleiches leistenden Gewichte vergleicht. Um aber diese Gewichte in Wärmeeinheiten umzusetzen und so sämmtliche Wärme, d. h. Kraftverlust des Körpers unter einer Benennung (ausgestrahlte Körperwärme, Wärmeverlust durch Auswürfe, durch Wasserdampf, durch Arbeit) summiren zu können, stellte man verschiedene Versuche an.

Nach Helmholz' Berechnung wird von der Gesammtwärme des Menschen verbraucht:

Zur Erwärmung der	Nahrung	. . . .	2,6	Proc.
„ „ „	Athmungsluft	. .	5,2	„
„ „ „	Lungenverdunstung		14,7	„
			22,5	Proc.
			(eher weniger).	

Es bleiben also für Hautabkühlung, Verdunstung und mechanische Arbeit noch 77,5 übrig.

Nach Helmholz athmet ein 82 Kilogramm wiegender Mensch in einer Stunde durch Lunge und Haut 36,6 Gr. Kohlensäure aus.

Wenn man nun durch Erfahrung den Bedarf an Nährstoffen für ein gewisses Alter, Gattung, Gewicht der Art kennt, so weiß man auch festzusetzen, was mechanische Arbeit kostet, was das Leben mit Kraftaufwand für Arbeit kostet, was also der Lohn enthalten muß, wenn die Arbeitskraft, d. h. das Betriebskapital zum Grundkapital, hier Thier oder Mensch, im rechten Verhältniß, also im Ganzen für die Nation wie für den Einzelnen erhalten bleiben soll.[1]

Thiere, wie Pferde und Rinder, werden ihrer Kraftäußerung wegen bald zum Tragen von Lasten (Reiten), bald zum Zug verwendet. Die Kraft, welche dabei in Anwendung ist, fällt mit jener zusammen, die unsere Glieder bewegt. Es ist die Muskelkraft, welche die Glieder dadurch bewegt, daß sich die Muskeln zusammenziehen.

Die Beobachtung, daß Muskeln, welche mit unserem Willen Glieder gegen einander bewegen, sich verkürzen und dicker, gleichsam angespannt werden, ist alt; wenn sie sich ohne unseren Willen gegen einander bewegen, dabei wir uns gleichgültig verhalten, so bleiben sie schlaff und verkürzen sich nicht.

Aber nicht alle Muskeln können nach dem Willen des Geschöpfes in Thätigkeit (in Zusammenziehung) versetzt werden. Die es können, sind willkürlich-thätige (animalische), die es nicht können (z. B. das Herz, die Muskeln des Darmkanals), sind unwillkürlich-thätige (theilweise organische) Muskeln. Die ersteren haben dickere und nicht in Aeste getheilte Elementarbündel, sind zugleich bei den Wirbelthieren quer gestreift.

[1] Ein erwachsener Mensch braucht ungefähr 9 Loth plastisches und 22 Loth Respirationsmaterial täglich.

Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55.







Fig. 53. Glatte Muskelfasern von dem Darme des Schafes. (Vergr. 300 nach Gerlach.) A Mit Wasser, B Mit Essigsäure behandelt.

Fig. 54. Ein quergestreifter Muskelfaden mit dem Sarcolemma in den aufsitzenden Kernen. (Vergr. 450 nach Gerlach.)

Fig. 55. Ein quergestreifter Muskelfaden des Menschen mit unterscheidbaren elementaren Muskelfasern. (Vergr. 250 nach Gerlach.)

Die letzteren, das Herz ausgenommen, sind es nicht. Die animalischen Muskeln sind so lange thätig, als das Geschöpf will und zwar in jenem Grade, den es gerade wünscht, aber nur bis die Kraft selbst erschöpft ist. Der Wille wirkt durch die Nerven, und zwar jene des Gehirns und Rückenmarks. Die willkürlichen Muskeln müssen also Nervenfaden von diesen erhalten.

Indessen können auch alle willkürliche Muskeln durch äußere oder innere Reize zu unwillkürlicher Thätigkeit, also zu Zusammenziehungen veranlaßt werden. Dann geht der Reiz nicht nach Willen vom Gehirn, sondern von anderen Theilen der Nerven aus. Stoßen, Schlagen, Verletzen des Nerven, der zu dem Muskel geht oder des Muskels selbst, erregt die Thätigkeit desselben. Wenn Empfindungsnerven so gereizt werden, pflanzt sich der Reiz fort bis zu ihren Ursprüngen im Gehirn oder Rückenmark und nun erfolgt Thätigkeit in den Bewegungsnerven, auch wider Willen, was man Reflexbewegungen nannte (theilweise Wirkung von Sporen, Peitsche 2c.).

Wenn der Muskel thätig ist, verkürzt er sich, aber die Verkürzung ist noch nicht die Thätigkeit selbst, sondern diese ist nur

die Ursache jener. Kann sich der thätige Muskel nicht verkürzen, so geräth er doch in Spannung. Die Spannung zu messen, führt zur Messung der Muskelkraft.

Wenn ein Muskel häufig in Thätigkeit gesetzt, oder lange Zeit darin erhalten wird, so verkürzt er sich dann wenig oder gar nicht mehr, er ist erschöpft. Es ist den Muskeln eigenthümlich, sich nur während einer geringen Zeit vorübergehend kraftvoll verkürzen zu können und dann sehr großer Anstrengung fähig zu seyn. Aber wenn ununterbrochen angestrengt, ermüden sie schon bei sehr geringer Anstrengung. Das Gehen allein ist so wenig anstrengend, weil die dabei angestrengten Muskeln zwar oft, aber immer nur vorübergehend gebraucht werden. Sie erholen sich inzwischen immer wieder, wie die Muskeln überhaupt in sehr kurzer Zeit die verlorene Kraft wieder erhalten.

Die Größe der Muskelkraft hängt bei gegebener Anregung außer der Beschaffenheit von dem Querschnitte des Muskels ab, nicht von seiner Länge. Ein doppelt so dicker Muskel übt auch doppelte Kraft aus; sie würde dieselbe bleiben, wenn er auch zehnmal so lang wäre. Ein Muskel kann sich so lange zusammenziehen, bis seine Kraft dem Gewichte, das man an ihn hängt, gleich geworden ist. Je kleiner das Gewicht, um so höher kann er es heben.

Die Kraft, die zur Hebung eines Gewichtes benützt werden kann, kann auch zur Erzeugung anderer Nutzeffekte dienen. Man findet die Größe des Nutzeffektes, wenn man das der Kraft gleiche Gewicht mit der der Verkürzung gleichen Hubhöhe multiplicirt. Aber die Kraft eines Muskels, ein Gewicht zu heben, ist anfangs größer, nimmt dann mit der Belastung zu, erreicht ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Der Muskel übt das Maximum seiner Leistung nur bei einer bestimmten Größe der Belastung aus; muthet man ihm eine größere Last zu, so leistet er weniger, ebenso bei einer geringeren. Es ist sehr schwer, den möglichen Nutzeffekt eines Muskels zu finden.

Es steht auch die Kraft, mit welcher ein Muskel sich zu verkürzen strebt, mit der Länge, um die er sich zu verkürzen strebt, bei verschiedenen Muskeln nicht in gleichem Verhältnisse.

Muskeln, welche ermüdet sind, leisten bei leichterer Arbeit unverhältnißmäßig mehr, als wenn sie zu schwerer Arbeit verwandt werden.

Die Kraft der Muskeln hängt aber außer der Größe der Contraction auch von der Größe der Elasticität des sich contrahirenden Muskels ab und, diese selbst wieder wie jene, steht mit der Lebenskraft in nächstem Zusammenhange. Die Muskeln werden während ihrer Thätigkeit ausdehnsamer, ihre Elasticität wird kleiner. Sie werden, indem sie sich contrahiren, weicher.

Die Elasticität ist bei verschiedenen Muskeln während ihrer Thätigkeit verschieden, und auch bei einem und demselben veränderlich.

Die Veränderung, welche die Muskeln erfahren, indem sie durch den Einfluß des Lebens thätig werden, besteht zunächst (ähnlich der Wirkung der Wärme) in Aenderung ihres Aggregatzustandes, sie werden dicker auf Kosten der Länge und weniger elastisch. Es ändern sich also die kleinsten Theile des festen Körpers, hier Muskeln genannt. Geschieht dieß durch einen chemischen oder galvanischen Proceß?

Es ist, lehrt die Chemie, in den willkürlichen wie unwillkürlichen Muskeln eine durch Acidität ausgezeichnete, vom alkalischen Blutplasma sehr verschiedene Flüssigkeit vorhanden, welche jene Muskelfibrillen innerhalb des Sarkolemms umspült. Die Muskeln enthalten so viel freie Säure (Milchsäure, Inosinsäure), daß sie die Alkalescenz des Blutes vollkommen zu tilgen im Stande sind. Reichthum an Kalisalzen und Phosphaten zeichnet die contractile Faser, Chloralkalien und Natronsalze das Blutplasma aus, jenes ist die Frucht (vergleiche Samen der Pflanzen), dieses der bildende Saft (junge Appendicularorgane und der Saft). Dieser Gegensatz zwischen Säuren und Alkalien mag wohl einen elektrischen Strom bedingen (du Bois Reymond), was die Muskelkraft bedingen kann. Gewiß ist, daß alle Muskeln in Wasser ihre Contractilität sehr schnell verlieren, das Wasser verdünnt ihr Fluidum. In Sauerstoffgas bleiben die Muskeln länger contractil und Kohlensäure wird dabei gebildet.

Ist man nun über die letzten Ursachen der Kraft noch wenig klar, so ist doch gewiß, daß die Fibrille ihr Träger ist.

Die Grundlage der Muskelkraft ist, chemisch gesprochen, das Fibrin der Fasern, wovon trockenes, fettfreies Fleisch 70 Procent enthält. Es ist hier mit zahllosen feinen Nerven und Gefässen durchflochten, die zunächst in der die Fasern umhüllenden Membran ver-

laufen. Das Fleischfibrin ist eigentlich nichts anderes, als festgewordenes, geformtes Blutalbumin (von Liebig). Das Blut besitzt im Ganzen dieselbe Zusammensetzung, wie das Fleisch. Durch die Verdauung der Fleischfresser wird das Fleischfibrin wie das Casein der Milch in flüssiges Eiweiß umgewandelt und ins Blut übergeführt, um wieder Muskelfibrin, Eiweiß und auch nach Bedarf Casein zu bilden. Die Eiweißkörper (Proteinstoffe) und ihre Abkömmlinge gehen in einander über, sie geben zunächst auch Muskelfaser, also die Grundlage aller Kraftäußerung.

Die Techniker nehmen an, daß ein Pferd, welches im Mittel 700 Pfund wiege, im horizontalen Zuge einem ebenso großen Gewichte das Gleichgewicht halte. Es kann acht Stunden des Tages in der Arbeit dauern; überdieß vertheilt sich diese Dauer auf zwölf Stunden. Seine mittlere Geschwindigkeit wird bei naturgemäßer Arbeit zu 3—3,5 Fuß in der Sekunde genommen.

Es äußert die größte Kraft beim Tragen, nicht so beim Zuge. Bei letzterem nimmt man im horizontalen geraden Zuge eine Arbeitsgröße von 500 Pfund 1 Fuß hoch in der Sekunde an. Allein es zieht das zwanzigfache davon auf Wagen, also 10,000 Pfund in der Sekunde. Auf Eisenbahnen leistet aber das Pferd noch zehnmal so viel, wie denn auf guten Straßen immer viel mehr als auf schlechten. Bei horizontalem, kreisförmigem Zuge soll der Durchmesser des zudurchlaufenden Kreises mindestens 36 Fuß betragen, damit der Kraftaufwand der Muskeln bei den Wendungen möglichst gespart wird. Noch mehr hindert das Aufwärtssteigen die Aeußerung der Muskelkraft des Pferdes. Bei Bewegung der Pferde zum Fortschaffen von Lasten geht durch gleichzeitige Benützung des Pferdes zum Reiten die halbe Zugkraft verloren.

Man nimmt an, daß ein Pferd in einer Sekunde eine Last von 500 Pfund 1 Fuß hoch heben kann. Wenn eine Dampfmaschine in jeder Sekunde so viel Dampf erzeugt, als dazu gehört, um ebenfalls 500 Pfund 1 Fuß hoch zu heben, so hat dieselbe eine Pferdekraft.

Das Rind, vielmehr der gewöhnliche zur Arbeit verwendete Ochse, zeigt bei 700 Pfund Gewicht eine Geschwindigkeit von nur 2—2½, bei großen und gewandten Ochsen (z. B. Kehlheimern) selbst drei Fuß in der Sekunde. Er leistet in horizontalem Zug etwa drei Viertel von der Arbeit des Pferdes, im kreisförmigen viel weniger (fünf Siebentel) als das Pferd, da er noch schwerer

wendet. Mehr aber leistet er beim Ansteigen. Gleichförmiger Schritt, ob belastet oder unbelastet, geben Nutzen und Nachtheil bei seinem Gebrauch, ersten bei Ueberwindung von Schwierigkeiten, letzten bei nöthiger Eile. Seine größte Kraft liegt in den Halsmuskeln.

Die Kuh hat eine raschere Gangart als der Ochse und verrichtet leichtere Arbeiten schneller, als dieser. Die Vortheile der Haltung der Kühe zum Zug sind evident, falls man nur immer mit ihnen abwechseln kann, beim Kleinbauer selbst ohne Wechsel, trotz des Ausfalls an Milchertrag.

Man ist zufrieden, wenn man mit Wegfall der Sonn- und Feiertage, dann der durchs Klima hervorgerufenen, von Arbeit freien Tage für ein Pferd per Jahr 290—300,
volle Arbeitstage aber per Jahr nur 270,
für einen Ochsen „ „ „ „ 250,
jedoch voll auch nur „ „ „ 220 rechnen kann.

Wenn die Unkosten der Haltung dieser Thiere per Jahr auf diese Anzahl Arbeitstage ausgeschlagen werden, so erhält man, was ein Pferde- oder Ochsenarbeitstag kostet. Es fallen da je nach dem Futterpreise und den Löhnen der Wärter zwischen 30—48 kr. auf dem Lande per Tag, in Städten noch viel mehr.

Die Vortheile der Pferde zum Zug verwendet sind gegenüber den Ochsen

1) größere Leistung bei gleichem Gewichte, 4 Pferde gleich 6 Ochsen,

2) größere Schnelligkeit in längerer Zeitdauer, im Winter bei großer Kälte wie in der Sommerhitze, rasche Verrichtung leichter landwirthschaftlicher Arbeiten, bessere Brauchbarkeit auf steinigem Boden,

3) größere Gelehrigkeit.

Als Vortheile der Ochsen gelten

1) geringer oder gar kein Verlust an Kapitalwerth,

2) geringerer Aufwand für Zuggeschirr und Hufbeschlag,

3) Nachhaltigkeit bei Ueberwindung von Schwierigkeiten, namentlich in Berglagen,

4) seltenere Erkrankung und viel wohlfeilere Fütterung (ohne Körner möglich) bei gleicher Kraftleistung,

5) vorzüglicher Dünger.

Es ist übrigens Grundsatz, daß Pferdearbeit nur unbedeutend oder gar nicht theurer kommt als Ochsenarbeit, wenn Pferde das ganze Jahr durch beschäftigt werden können. Am besten ist es,

wenn die Größe des Gutes es erlaubt, neben den Ochsen noch einige Pferde halten zu können.

Die Ochsen werden mit Joch (einfach oder doppelt- Hals- und Widerristjoch), Kummet und Stirnblatt (Stirnband) eingespannt. Das erste und letzte haben vor dem Kummet den Vorzug, was die starken Halsmuskeln, wie der Bewegungsmechanismus des Rindes deutlich beweisen.

Wird Jungvieh zum Zug bestimmt, so werden hiezu in der Regel kastrirte Stiere gewählt und nach Verlauf von zwei Jahren allmählig zur Arbeit gewöhnt (eingejocht), indem man ein an Farbe, Größe, Temperament 2c. ziemlich gleiches Paar zusammenbringt, um sie zuerst bloß miteinander gehen, dann im Verein mit ältern schon unterrichteten Genossen, bald vor, bald hinter diesen im leeren Wagen, dann im beladenen, ziehen zu lassen. Geduld und Besonnenheit braucht der Lehrmeister vor allem, und schon seit Hesiod wird von den „Praktikern" viel auf die „Methode" gehalten, was sie jedoch für ihren eigenen Unterricht selbst beständig in Abrede stellen.

Dieser Ochsenunterricht ist bereits eine Art bäuerlicher Erwerbsart namentlich da geworden, wo, wie in Franken und am Rhein, viele Kleinbauern existiren und Rinder zum Zug zu verwenden fast allein üblich und schon volksthümlich geworden ist. Der Bauer „jocht" da ein paar junge selbstgezüchtete oder erkaufte Stiere ein, richtet sie ab und vollzieht damit seine eben nicht ausgedehnten Arbeiten. Schon nach Jahresverfluß, auch später, verkauft er sie dann mit ziemlichem Gewinn, mehr jedoch für die Wachsthums- als Bildungszunahme der Zöglinge — als Ochsen. Mathematiker Dr. Wirth von Bamberg schrieb eine sehr interessante Abhandlung über diesen Unterricht des Zugviehes. Es ist klar, daß übermäßige Anstrengung immer schadet. Die Talente der Zöglinge betreffend, so ist vor allem erwünscht

1) ein sicheres Auftreten, Entschiedenheit und Zuverläßigkeit in allen Vorkommenheiten,

2) Gewandtheit und Leichtigkeit im Gang, was besondern Racen ziemlich eigenthümlich ist (Kelheimer Bläßen, schwäbische Limpurger, Voigtländer und Oberpfälzer).

3) Kraft, Stärke und Ausdauer in Bewegung,

4) feste Klauen und starke Knochen,

5) Abhärtung gegen die Witterung in der Jugend bei rauhen Weiden und magerer Kost.

Vom dritten Lebensjahre an äußert der Stier erst größere Kraft, vom vierten bis fünften die meiste, was bis zum achten und darüber wohl anhält. Aber es ist außer anderem nunmehr die Mastfähigkeit, die zu sehr später abnimmt, welche ihn von der Arbeit befreit, um ihn für die Schlachtbank vorzubereiten.

Deßgleichen sollen Kühe erst nach dem ersten Kalben an die Arbeit gewöhnt werden, wo sie denn gleichfalls im vierten und fünften Jahre das beste leisten. Sie sollen immer 10—12 Wochen vor dem Kalben und 6 Wochen nach demselben von der Arbeit frei seyn. Bei altmelkigen Kühen ist ein geringerer Ausfall an der Milch zu befürchten. Auch Ruhe nach dem Füttern, 1—2 Stunden, der besseren Verdauung zur Milchbereitung halber, ist zu empfehlen. Daß bei Zugkühen Knochen-, Kraft- und Mastfähigkeit mehr zu beachten sind, ist klar.

Bullen schon in der Jugend zum Zug zu gewöhnen, wird hie und da nicht ohne Erfolg getrieben, wird aber gerade bei dem schlechter fütternden und pflegenden Kleinbauer für die Nachzucht leicht schädlich wirken, so vortheilhaft auch sonst Bewegung und Arbeit für die Bullen behufs Erhaltung der Lust und Kraft zur Fortpflanzung empfehlenswerth ist.

Dem Zugvieh gebührt das intensivste, an plastischen Nährstoffen (stickstoffhaltigen) reichste Futter. Wenn ein Pferd, 320 Kilogr. schwer, einen Arbeitseffekt von 100 Kilogr. producirt, so producirt ein 450—500 Kilogr. schwerer Ochse das Doppelte und darüber, da er doch nicht das Doppelte schwer ist. Bei Pferden steigt die Kraft ziemlich mit dem Gewichte (Gasparin). Aber der Ochse geht nur $^2/_3$—$^3/_4$ so schnell im schweren Zug, als das Pferd. Dafür zieht er überhaupt länger ohne Nachtheil.

§. 9.

Knochensystem.

Aus Bindegewebe entstehen Knorpelzellen und Fasern, welche zu **Knochen** werden, indem sich die mit Knorpelstoff erfüllten Räume zwischen den Zellen allmählig mit Blutgefäßen in eigenen Röhrchen durchziehen und die Knochenerde, eigentliche Salze, ablagern. Diese Salze sind vorzüglich phosphorsaurer Kalk, etwas kohlensaurer Kalk und Magnesia, dann wenig Fluorkalcium. Aus

den Markröhren, die ebenso in der Knorpelmasse allmählig entstanden, und aus der Beinhaut ziehen sich in unzähligen Röhrchen die Blutgefäße nebst sehr wenig Nerven durch die Knochen und ernähren sie. Aber neben der abgelagerten Knochenerde bleibt doch auch noch die Knorpelwand der ursprünglichen Zellen, die durch starkes Kochen Leim wird — und thatsächlich bestehen auch immer die Knochen noch aus der Knochenerde und Knochengallerte.

§. 10.

Nervensystem.

Das Empfinden, die Anregung zum Bewegen hängt von den Nerven ab. Sie bestehen aus festen Fasern und Ganglienzellen, umhüllt vom Bindegewebe, das auch zwischen die Fasern und Zellen eintritt und die Blutgefäße führt. Wo diese recht häufig sind, erscheint die Nervenmasse grau, außerdem aber weiß. Am Nervensystem unterscheidet man die Nerven des Mittelpunktes oder das Gehirn und Rückenmark — und die Nerven der Umgebung oder des Umkreises — d. h. die vom Mittelpunkte ausgehenden oder in denselben zurückkehrenden Nervenfasern und Stränge.

Fig. 56



Fig. 57.

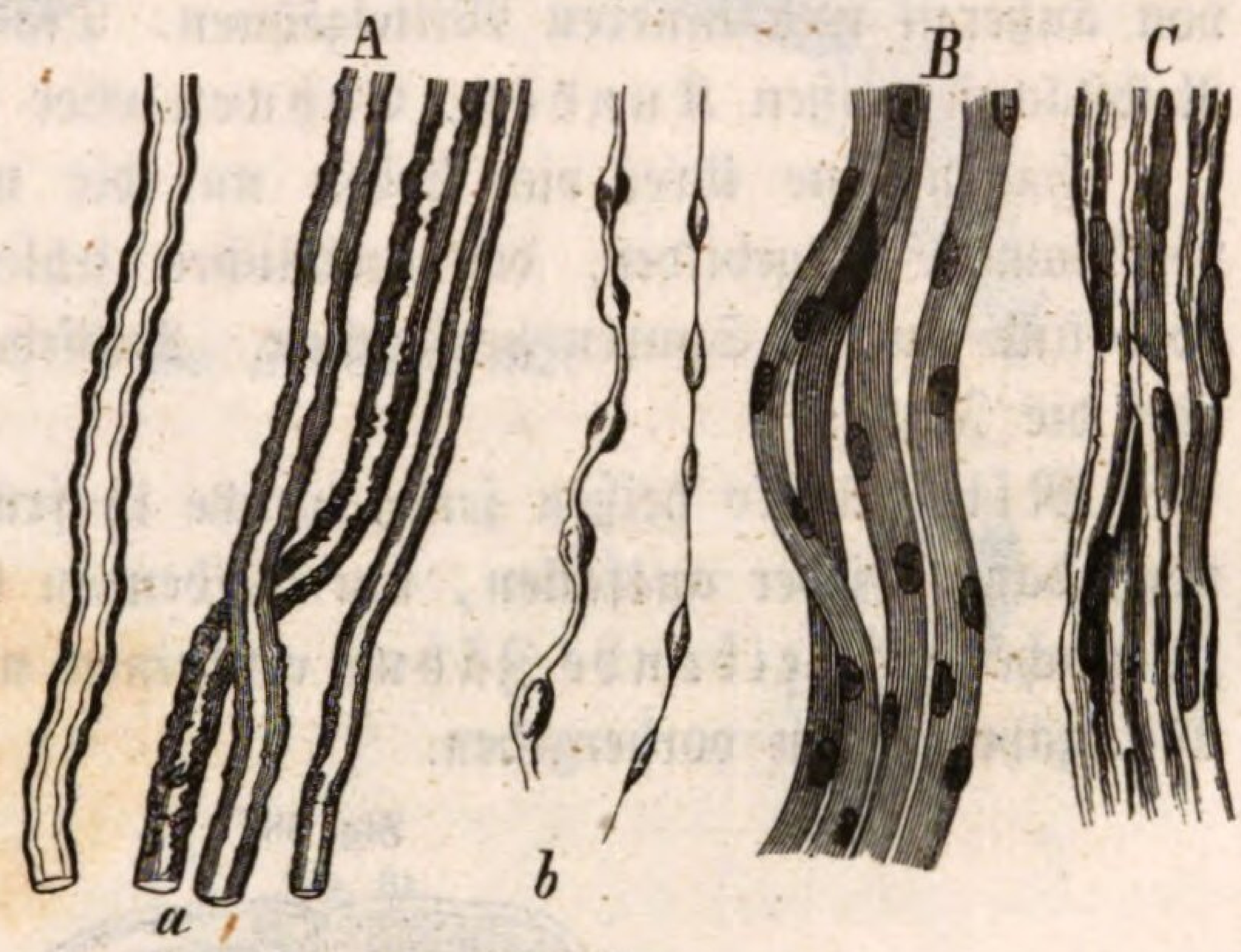


Fig. 56. Ganglienzelle.

Fig. 57. A dunkelrandige Nervenfasern, B blaßrandige Nervenfasern, C Mittelstufe zwischen beiden (nach Leydig).

§. 11.

Die Verdauungswerkzeuge.

Die zur Verdauung bestimmten Werkzeuge sind zwar alle sehr verschieden, vereinigen sich aber doch alle zu dem Zweck, die in dem

Ernährungsschlauch am Munde eingebrachten Nährstoffe im Schlauche selbst in einen Brei zu verwandeln, aus welchem ein weißer Saft in die Gedärme aufgesaugt und ins Blut als eigentliche nährende Flüssigkeit — als farblose Blutkügelchen vorzüglich — gebracht wird. Diese Verdauung beginnt schon im Munde, wo Zähne, Gaumen, Zunge und viele Drüsen, vorzüglich die Speicheldrüsen, sehr wirksam auf die Nahrungsstoffe einwirken. An den Zähnen unterscheidet man Krone, Hals und Wurzel. Letztere liegt ganz in den Zahnhöhlen und ist bei den Backenzähnen in mehrere Wurzeln getheilt, welche je mit einer Oeffnung versehen durch diese Nerven und Gefäße eintreten lassen. Im Alter wird wegen des Nachschiebens des Zahnes von ihm bei unseren pflanzenfressenden Hausthieren wohl jährlich 1 Linie abgerieben und wird die Wurzel immer kürzer. Die Zähne werden in Schneidezähne, Hacken-, Hau- oder Fangzähne, dann in Backen-, Mahl- oder Stockzähne eingetheilt.

Von den Schneidezähnen heißen die mittleren zwei Zangen, die am Ende stehenden Eckzähne, und die zwischen beiden liegenden Mittelzähne. Sind deren zwei auf jeder Seite, so spricht man von äußeren und inneren Mittelzähnen. Die Vertiefungen auf den Reibflächen heißen Kunden, Bohnen oder Marken.

Hackenzähne ihrer vier haben nur die männlichen Hausthiere vollkommen ausgebildet, den weiblichen fehlen sie entweder ganz oder sind nur in Spuren vorhanden. Aussehen eines Backenzahnes gibt die Figur.

Milchzähne heißen jene, welche in frühester Jugend erscheinen, dann wieder ausfallen, um bleibenden Ersatzzähnen Platz zu machen. Bleibende Zähne erscheinen nur einmal, ohne daß Milchzähne ihnen vorhergehen.

Fig. 58.

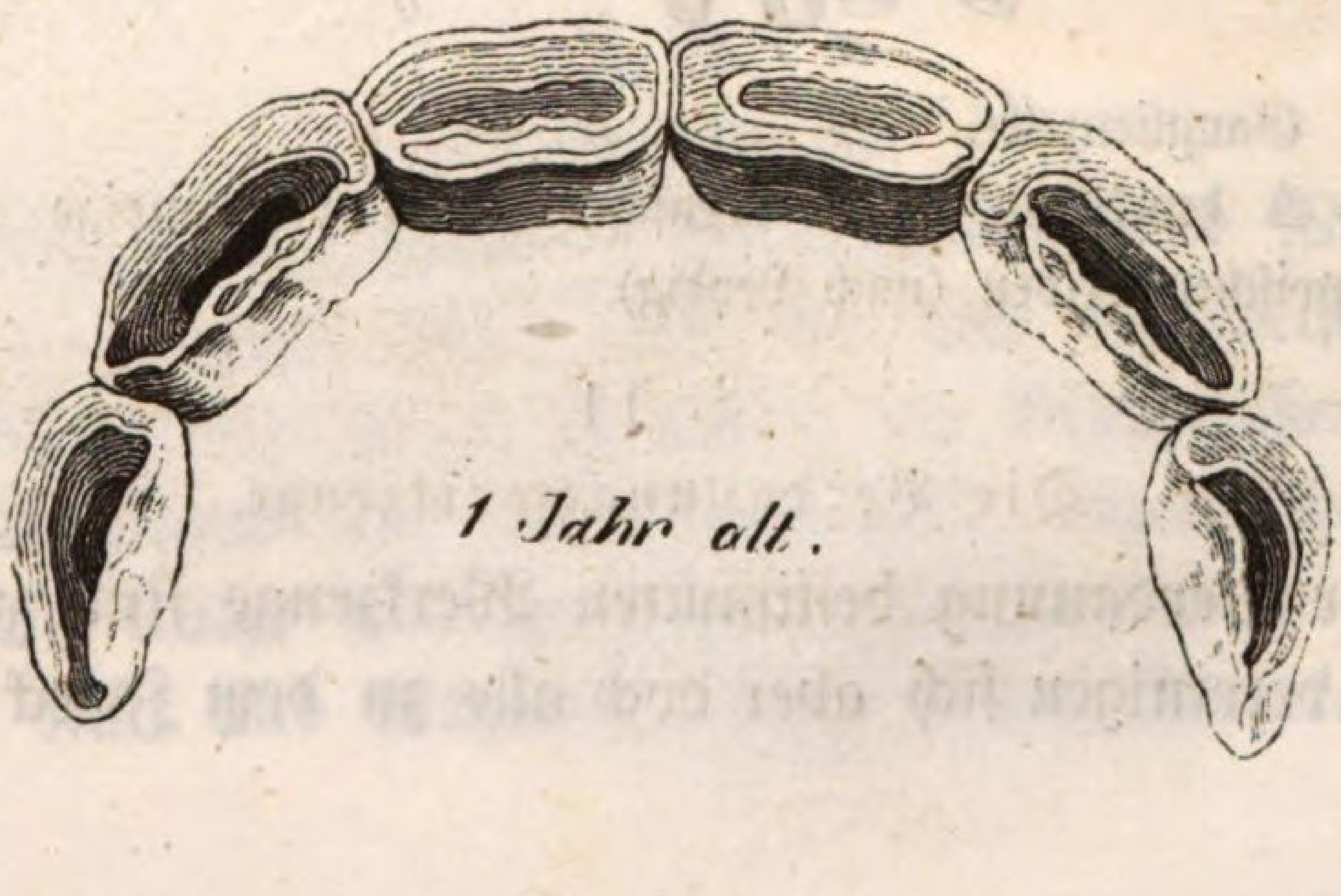


Fig. 59.

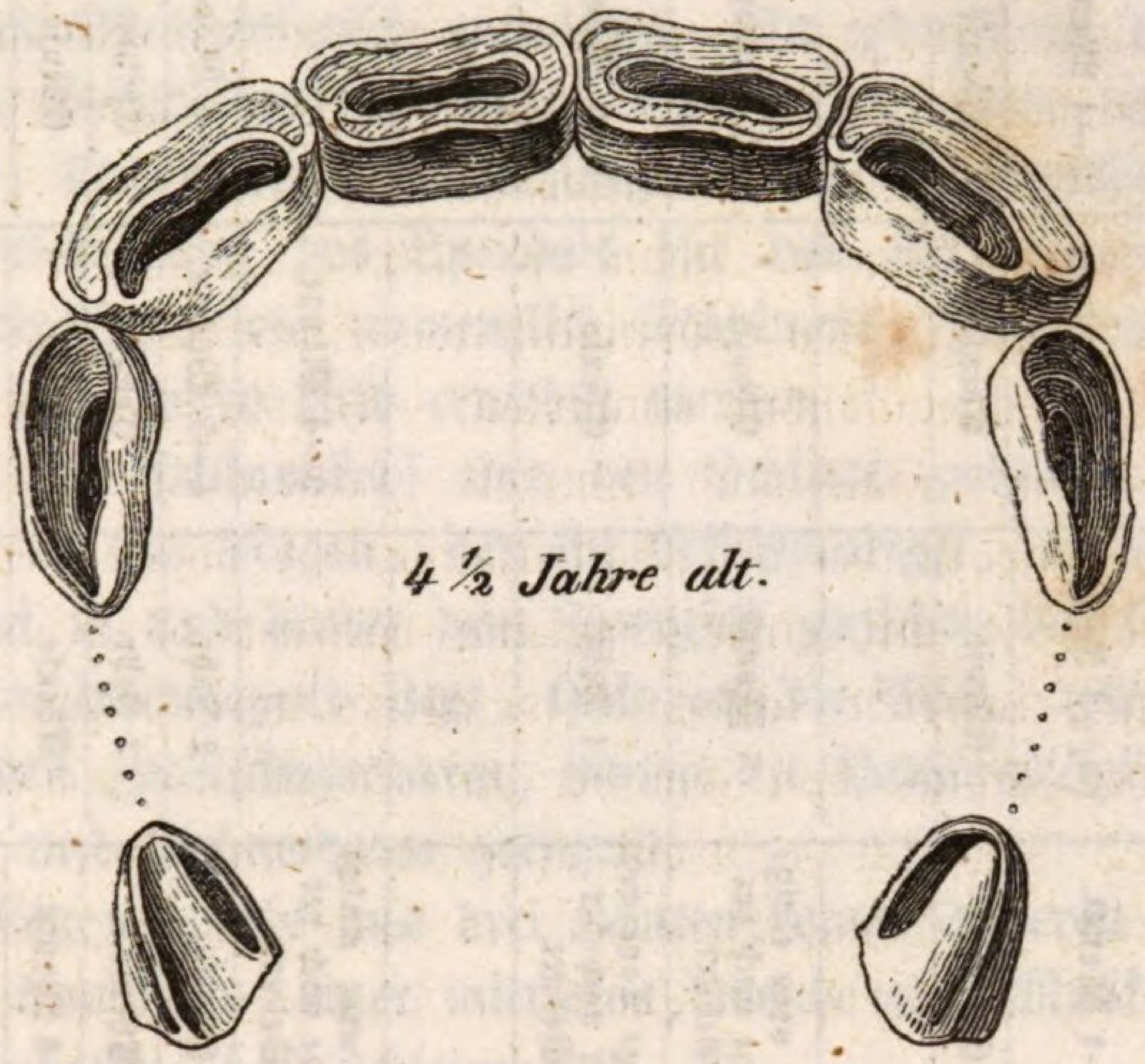


Fig. 60.

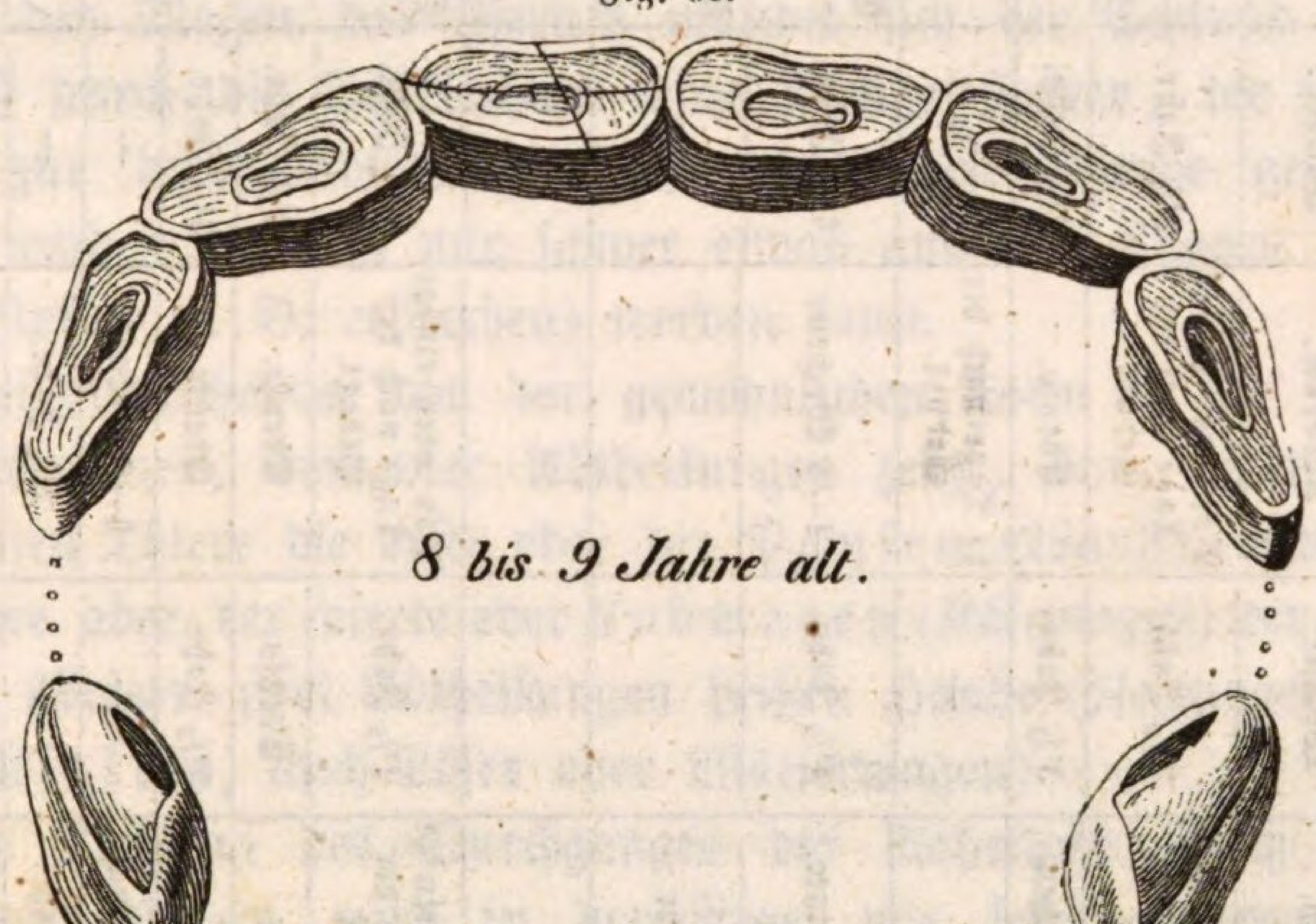


Fig. 61.



Tabelle über Ausbruch und Wechsel der Zähne unserer Hausthiere.

I. Schneidezähne.	Pferd.		Wiederkäuer.		Schwein		Hund	
	Ausbruch.	Wechsel.	Ausbruch.	Wechsel	Ausbruch.	Wechsel.	Ausbruch.	Wechsel.
Zangen.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	2½ Jahr.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	1½ Jahr.	3—4 Monat.	2½—3 Jahr.	4—6 Wochen.	3—4 Monat.
Mittelzähne	4—6 Wochen.	3½ Jahr.	Ebenso.	2½ Jahr.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.
Aeußere Mittelzähne.	—	—	14 Tage nach der Geburt.	3½ Jahr.	—	—	—	—
Eckzähne.	6—9 Monate.	4½ Jahr.	2—3 Wochen.	4½ Jahr.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	6 Monat.	Ebenso.	5 Monat.
II. Hackenzähne.	4—5 Jahr	—	—	—	Einige Tage vor oder nach der Geburt.	1 Jahr.	Ebenso.	5—6 Monat.
III. Backzähne								
I.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	2½ Jahr.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	1½ Jahr.	Vor oder einige Tage nach der Geburt.	—	3—4 Monat.	—
II.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.	2½ Jahr.	Ebenso.	2 Jahr.	4—5 Wochen.	5—6 Monat.
III.	Ebenso.	3½ Jahr.	Ebenso.	3½ Jahr.	Ebenso.	2 Jahr.	Ebenso.	Ebenso.
IV.	10—12 Monat.	—	6—9 Monat.	—	5—6 Monat.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.
V.	1½—2 Jahr.	—	2½ Jahr.	—	1 Jahr.	—	4—5 Monat.	—
VI.	4—5 Jahr.	—	4—5 Jahr.	—	1½—2 Jahr.	—	5—6 Monat.	—
VII.	—	—	—	—	3 Jahr.	—	½—6½ Monat.	—
Zahl der Zähne.	Männliche 40 Weibliche 36		32		44		Der Hund 42 Die Katze 30	

Besonders stark sind die Drüsen am Kopfe und um die Maulhöhle unserer Pflanzenfresser entwickelt. An jeder Seite des Kopfes liegen sechs Speicheldrüsen, welche Ohrdrüsen, obere und untere Backendrüse, Kinnbacken-, Unterzungen- und Lippendrüsen heißen. Die große Bedeutung des Speichels für den stickstofffreien Inhalt der Pflanzenzellen, wie namentlich Stärkmehl, jüngeren Zellstoff, Dextrin u. s. w. wird bald erwähnt werden.

Durch den Schlundkopf und den Schlund gelangen die Nahrungsmittel in den Magen, der ein fleischhautiger, verschieden gestalteter Sack ist und hinter dem Zwergfell zwischen der linken und rechten Unterrippengegend liegt, links an die Milz, rechts an die Leber und den Zwölffingerdarm, hinten an Bauchspeicheldrüse und den Blind- und Grimmdarm grenzend.

Der Magen besteht aus drei Häuten, einer äußeren als Fortsetzung des Bauchfells, einer mittleren, welche eine Muskelhaut ist, und einer inneren, der Schleimhaut.

In den Magen des Pferdes mündet sich der Schlund derart ein, daß durch die Schleimhaut eine Menge Falten, die sich getrocknet zur halbmondförmigen oder spiraligen Klappe gestalten, gebildet werden, so daß nur schwer etwas aus dem Magen wieder herausgestoßen (z. B. erbrochen) werden kann.

Noch abweichender von der gewöhnlichen Form ist der Magen der Wiederkäuer, der vier Abtheilungen zeigt, von denen beim erwachsenen Thiere die erste oder der Pansen (Wanst), beim jungen Thiere aber der vierte oder Labmagen (Käsemagen) der größte ist. Die übrigen zwei Abtheilungen heißen Haube (Netzmagen) und Buch (Psalter, auch Löser oder Blättermagen).

Der Vorgang des Durchganges der Nährstoffe durch diesen viertheiligen Magen wird in der Regel wie folgt angenommen. Die nur grob von den Zähnen verkleinerten und vom Speichel eingeweichten Nährstoffe kommen in den Pansen, mit Ausnahme schon fein vertheilt gegebener Stoffe, welche durch die Schlundrinne gleich in die Haube fallen. Im Pansen wirkt eine vorerst noch alkalische Flüssigkeit bloß auf Erweichung der Nahrung, welche in die Haube allmählig übergeht und in Ballen geformt durch Zusammenziehung der Längsfasern der Schlundrinne und des Schlundes in die Maulhöhle zum Wiederkäuen zurückgestoßen wird.

Zum zweitenmal gekaut gelangt die nunmehr feinvertheilte

Nahrung durch den Schlund gleich in die Schlundrinne und in die Haube, deren Oeffnung in das Buch dabei näher an die Schlundöffnung gerückt wird. Dabei gehen dann die Stoffe bald in die Blätter des Buchs über und von da in den Labmagen, den eigentlichen Magen, dessen Saft auch sauer reagirt und die Verdauung erst wahrhaft angreift. Flüssigkeiten gelangen gleich durch die Schlundrinne und den Psalter in den Labmagen, — die Milch der Saugkälber am ersten — und die Schleimhaut des Labmagens ist es auch insbesondere, welche die Milch zum Gerinnen bringt, daher denn auch der ganze Labmagen nach einiger Vorbereitung zur Käserei vorzüglich verwendet wird.

Aus denselben drei Häuten, wie der Magen, besteht auch das Darmrohr, welches in mehrfachen Windungen und verschiedenem Durchmesser vom Pförtner bis zum After sich erstreckt und durch den Gallengang und den Gang der Bauchspeicheldrüse mit letzter und der Leber sich verbindet.

Das Darmrohr der Pflanzenfresser ist länger als das der Fleischfresser, und

bei den Pferden		10—12mal,
bei dem Rinde		20—22 „
„ „	Schaf und der Ziege	26—28 „
„ „	Schwein	15—17 „

so lang als ihr Körper (von der Lippe bis zum After gemessen).

Der Darm des

Pferdes	ist ungefähr	100	württembergische	Schuh	lang,
Rindes	„	150	„	„	„
Schafes	„	90	„	„	„
Schweins	„	65	„	„	„

B. Die Ernährung.

§. 12.

Verdaulichkeit.

Die Nahrungsmittel, welche dem Thierkörper zur Ernährung geboten werden, müssen auf ihrem Wege innerhalb des vom Munde bis zum After führenden Schlauches vielfach verändert werden, um

in den Chylus ein- und in das Blut übertreten, sich verbreiten zu können, denn das können bekanntlich nur die Körper in gasförmiger oder flüssiger, vielleicht auch in milchiger Form.

Diese Veränderungen gehen nun durch den höchst wichtigen Akt des Körpers vor sich, den wir Verdauung nennen. Auch auf der Hautoberfläche und in den Lungen vereinigen sich Gase und Feuchtigkeit mit dem Körper, sie strömen gegen die Gase und Feuchtigkeit des Körpers; aber es ist dieß keine Verdauung, obgleich oft etwas Ernährungsfähigkeit damit verbunden ist. Die Verwandlung der Nährstoffe in Blutbestandtheile ist der letzte Theil der Verdauung, was darüber hinausliegt, fällt der Ernährung zu.

Ob ein Stoff leichter oder schwerer verdaulich sey, ist begreiflich von der größten Wichtigkeit, denn es hängt ja seine Nahrhaftigkeit davon ab.

Als allgemeine Sätze gelten in dieser Beziehung, daß

1) ein Nährstoff um so verdaulicher und auch um so nahrhafter sey, je leichter er löslich ist — zunächst in Wasser und den Verdauungssäften — dann aber mittelst gegebener Zusätze und Zubereitungen, welche letztere die Aufgabe jeder verständigen Kochkunst bilden.

2) Er ist um so verdaulicher und beziehungsweise nahrhafter, je näher er schon in seiner Umwandlung den Stoffen des Thierkörpers, vorerst den Blutbestandtheilen steht. Dieses erleidet indessen durch ersten Punkt viele Einschränkungen.

3) Gleiche Verhältnisse an anorganischen, organischen, stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nährstoffen vorausgesetzt, so ist das verdaulichere von zwei Nahrungsmitteln auch das nahrhaftere. Ein Stoff kann aber verdaulich und doch nicht nahrhaft seyn.

§. 13.

Ernährungsvorgang.

Den ganzen Darmkanal umziehen in feinsten Netzgeflechten die Haargefässe des Blutes, auf der Oberfläche des Kanales ragen zahllose feine Erhabenheiten — die Darmzellen — empor und endlich stecken darin noch andere drüsenartige Gebilde; jene sind bestimmt, die gelösten Nährstoffe aufzunehmen und dem Blute zuzuführen. Indem wir die in der Lehre von der Ernährung der Pflanzen schon aufgeführten Grundsätze der Durchdringung oder

Diffusion und Osmose überhaupt ins Gedächtniß zurückrufen, bemerken wir hier nur noch, daß jedenfalls Zellen und deren Wände die äußerste Grenze zwischen den schon aufgenommenen und umgeänderten Stoffen und den durch die Verdauung erst eingebrachten und gelösten bilden, durch sie also vorerst, dann von hier aus in die Haargefäße selbst eindringen müssen, um das darzustellen, was man „Auffaugung der Nährstoffe" nennt.

Gelöste Stoffe werden im Darmkanale bald mehr oder allein von den Darm- oder Blutcapillaren, bald von den Lymphgefässen, oft von keinen von beiden aufgenommen.

Am rascheften werden Stoffe von den Darmcapillaren aufgenommen und es stehen der Reihe nach obenan alle neutralen Alkalisalze (Chlornatrium, Chlorkalium — Jodkalium, phosphorsaure, schwefelsaure, chlorsaure, salpetersaure Alkalien, pflanzensaure Alkalien, Säuren, Alkohol, Aether, flüchtige Oele, Riechstoffe, mehrere Alkaloide und Farbstoffe).

Sie haben meist auch ein starkes Durchdringungsvermögen, so weit es Versuche zeigten und sind am verdaulichsten, wenn leicht durchdringend damit gleich ist. Auch gehen die meisten ohne Zersetzung dabei oder vorher in das Blut über, ohne Vorbereitung oder Umsatz.

Anders verhält sich's mit den organischen Stoffen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff wie das Stärkmehl bestehen.

Der einfachste Stoff unter diesen, der die erste Umwandlungsstufe der nährenden Lösung, die in die Pflanzen eingeht, bildet, der selbst im Thierorganismus auch, jedoch aus einer höheren Stufe rückwärts, gebildet wird — das Dextrin, wird wie das Gummi der Pflanzen selbst — im Darmkanal auch nicht weiter umgeändert, aber auch nur in kaum nachweisbarer Menge aufgenommen. Dieß gilt jedoch nur vom nicht weiter umwandlungsfähigen Dextrin oder dem Stärkegummi als solchem, das sie nicht im Zucker verwandelt, was indessen wohl nur ausnahmsweise im Organismus vorkommt. Auch vom Gummi gilt der Satz nur, soweit Versuche mit alleiniger Gabe desselben dieß gezeigt haben und die Umsetzung desselben in Zucker durch Verdauungsversuche noch nicht gelungen ist. Das reine Gummi ist aber auch eine seltene Erscheinung in den Pflanzen, welche die pflanzenfressenden Hausthiere erhalten.

Die erste feste Bildung der Pflanze ist die Zellwand, ihr erster organischer Inhalt dextrin- und zuckerartig neben dem stickstoffhaltigen Urschlauch. Die Zellwand in der jüngsten Bildungsepoche ist von den Verdauungsflüssigkeiten erweichbar, löslich und der Umwandlung fähig. Die Ernährung mancher Nager vorwaltend durch Holzsubstanz, die Ermittlung eines Ferments für den Zellstoff (siehe oben), die Versuche zunächst von Haubner und mir beweisen es.

Das Stärkmehl als unlöslich in kaltem Wasser muß, um aufgesaugt werden zu können, erst löslich gemacht werden. Zahlreiche Versuche zeigten, daß der Saft der Maul- und Bauchspeicheldrüsen die Fähigkeit hat, durchweichtes und vorzüglich noch verkleistertes Stärkmehl in Dextrin und rasch in Zucker umzuwandeln. Die Bildung von Milchsäure begleitet diese Umwandlung.

Wenn auch diese Umwandlung in der Mundhöhle schon beginnt, so wird sie in dem sauer reagirenden Magensafte doch nur schwach fortgeführt, am besten aber durch den Saft der Bauchspeicheldrüse oder den pankreatischen Saft und selbst durch den Darmsaft, wie Lehmann gezeigt hat. Diese Umwandlung geschieht viel schwerer an rohem d. h. nicht gekochtem oder verkleistertem Stärkmehl, und die Ausscheidung vielen unveränderten Stärkmehls mit den Exkrementen ist bei nur einiger Störung sicher.

Wenn aber Stärke in Krümmelzucker umgewandelt wird, was geschieht mit diesem selbst im Darmkanal, gleichviel ob er erst darin entstand oder gleich hineingebracht wurde?

Versuche lehrten, daß weitaus nicht im Verhältniß zur Menge des im Darmkanal gebildeten Zuckers sich solcher im Blut, zunächst in der Pfortader, wieder findet, deßgleichen nicht in den Chylusgefäßen. Der Zucker erleidet also gleichfalls eine Umwandlung vor der Aufsaugung. Rohrzucker wie Krümmelzucker, ebenso der aus Stärkmehl gebildete, unterliegen im Darmkanal größtentheils der Umwandlung in Milchsäure, theilweise auch in Buttersäure (Fettbildung). Obgleich dem Thierfette am ähnlichsten als Pflanzenfett oder gleich als Thierfett, ist doch die Aufsaugung der Fette und ihre Verdauung am schwierigsten zu erklären, einfach weil Fett und Wasser nicht sich gegeneinander durchdringen. Und der Thierkörper ist allenthalben mit wässriger Flüssigkeit durchtränkt.

Nicht Mund- nicht Magensaft ändern die Fette, aber im

Darm werden die Fetttröpfchen immer kleiner, im Speisebrei erscheinen sie als Emulsion. Die Lymphgefäße erscheinen nach Fettgenuß weiß, eben von dieser Fettemulsion her. Sie nehmen das Fett am meisten auf, nur wenig die Blutcapillaren. Offenbar üben Bauchspeichel (pankreatischer Saft) und Galle, die beide mit Fett Emulsionen bilden, schon durch diese feinste Vertheilung großen Einfluß auf die Aufsaugung der Fette, ohne jene geht diese nicht so gut vor sich; kurz, wie es geschehe, ist noch nicht hinreichend klar.

Die Verdauung des Eiweiß, Faserstoffes und Käsestoffes und deren Abkömmlinge (nebst den leimgebenden Stoffen) geht im Magensafte zunächst vor sich und die Zumischung von alkalisch reagirendem Speichel ist hiefür ohne Einfluß, ja eher von Nachtheil. Die freien Säuren des Magens, Salzsäure und Milchsäure, üben den größten Einfluß auf Zersetzung der genannten stickstoffhaltigen Substanzen und deren Umwandlung.

Zumischung von alkalischer Galle hebt diese Wirkung geradezu auf, selbst wenn die saure Reaction noch besteht. Aehnlich wirkt der Bauchspeichel, aber beide hindern doch nicht die weitere Zersetzung der Eiweißstoffe, die als solche den Magen verlassen haben, im Darmsafte.

Die den Pflanzenfressern gebotenen Eiweißkörper sind in der Regel in sehr leicht löslicher Form geboten, was um so nothwendiger erscheint, als sie dieselben in viel geringerer Menge als Fleischfresser in gleichen Raumtheilen des Futters erhalten. Auch die Gerinnselform in der äußeren Schicht von Samen (Cerealien) scheint nicht große Schwierigkeiten der Durchweichung und Lösung entgegenzusetzen, jedoch bei verschiedenen Thieren verschieden.

Die eigenthümliche Umwandlung mancher stickstoffhaltiger Gifte, die in den Lymphgefäßen dann aufgenommen ohne allen Schaden sind, während sie ins Blut unmittelbar gebracht, rasch tödten, verdient hier Erwähnung.

Die große Menge von Flüssigkeiten, welche als Speichel, Magensaft, Bauchspeichel, Galle und Darmsaft beständig in den Darmkanal ergossen wird und in 24 Stunden etwa 6½ Theile des Körpergewichtes beim Menschen ausmacht, begründet die Ansicht von der großen Bedeutung des Auslaugens und Durchweichens der Nahrungsmittel und der Abhängigkeit der Verdaulichkeit derselben davon. Die Flüssigkeit selbst kehrt verändert wieder in den

Kreislauf zurück und ist wohl für Ausscheidung unbrauchbar gewordener Stoffe im Organismus von großer Bedeutung.

Wie schon oben erwähnt, wird die Verdaulichkeit eines Stoffes nach der Zeit bestimmt, die er braucht, um aufgesaugt zu werden, d. h. aus dem Magen und Darmkanal zu verschwinden. Wohl beginnt die Verdauung der Stoffe sogleich, aber sie währt verschieden lange.

a) nach der chemischen Zusammensetzung, worüber bereits das Nähere gesagt wurde,

b) nach der physikalischen Beschaffenheit, Härte, Zusammenhang, Verkleinerung 2c.

c) nach der Menge, in der die Nährstoffe eingebracht wurden.

In letzter Beziehung ist gewiß, daß die Verdauungssäfte aufgebraucht werden können und allmählig immer sparsamer zufließen, die Verdauungskraft sich erschöpft.

Lösliches Eiweiß, weniger hartes wird leichter verdaut, wie geronnenes und großer Hitze ausgesetztes.

Wie die Wärme Käsestoff immer mehr erhärtet, zäher macht, zeigt die Käsefabrikation, die bloß auf die Beobachtung der Temperatur beim Gerinnen durch Lab schon mehrere Unterschiede von Käsesorten gründet.

In der Magensäure gerinnender Käsestoff der Milch wird vom Säugling leicht verdaut, wie schwer aber der bei 50 — 60° geronnene oder gar der Siedhitze ausgesetzte?

Gekochter Faserstoff wird auch schwerer verdaut, als ungekochter und fein vertheilter.

Leim verflüssigt sich sehr rasch im Magen. Das Fett wird in den Oliven und sonstigen mit Oel übermäßig versetzten Nahrungsmitteln von den Südländern eben so leicht wie Thran von den Nordländern verdaut, ja die Emulsionen damit gelten für ebenso leichte Nahrungsmittel, wie etwa ein Eidotter bei uns, der in den festen Theilen mehr als zur Hälfte aus Fett besteht.

Dennoch sind größere Mengen Fett der Magenverdauung nachtheilig, indem sie die Stoffe einhüllend diese der Einwirkung der Magensäuren entziehen oder Veranlassung zur Bildung störender Fettsäuren geben.

Die meisten Pflanzenstoffe finden ihre Verdauung erst im Darme und der Magen der Wiederkäuer ist in dreien seiner

Abtheilungen nur für Durchweichung (nebst Zerkleinerung durch Wiederkauen) bestimmt, bis der Labmagen erst recht angreift und die Zersetzung in großen weiten Gedärmen nebst dem Blinddarm fortgesetzt wird. Dafür spricht schon die Weite des Blinddarms bei den meisten Pflanzenfressern.

Fig. 61.

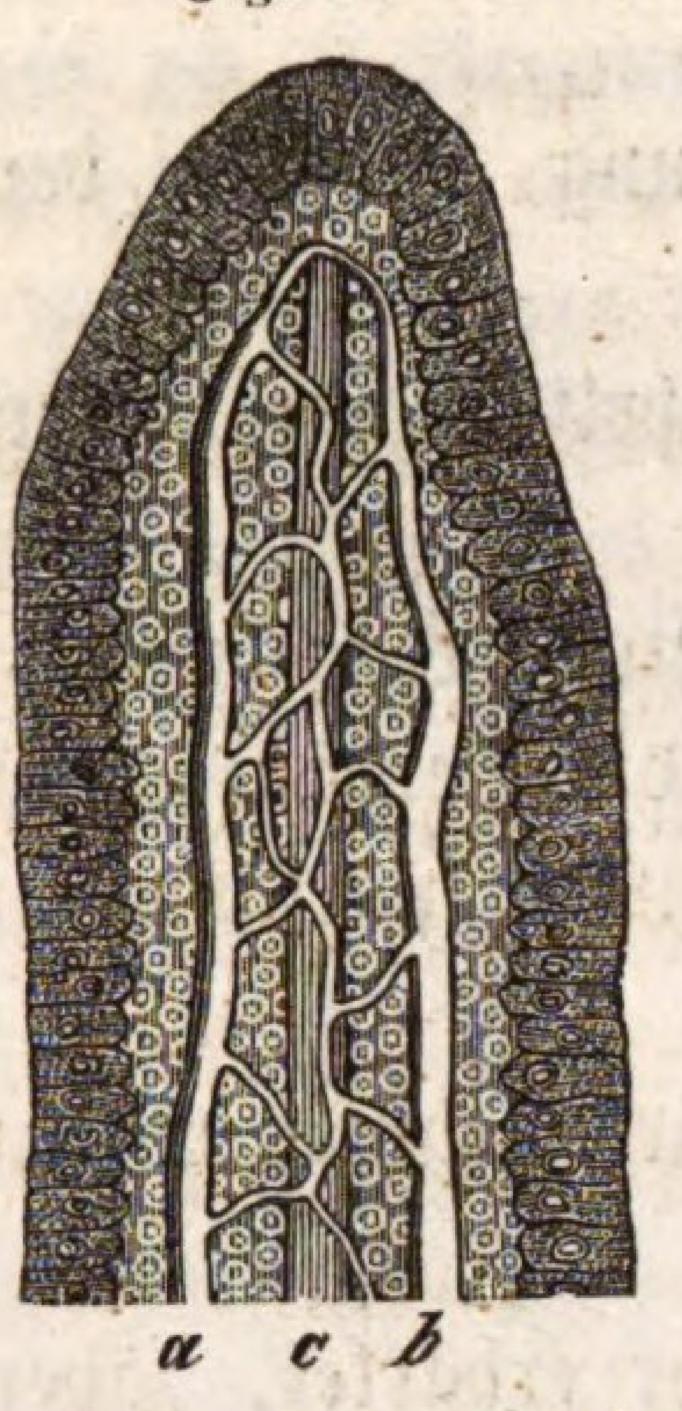


Fig. 62.



Fig. 61. Von der Arterie aus injicirte Darmzotte einer Katze, welche während der Verdauung getödtet wurde. a Arterie, b Vene, c Lymphgefäß.

Fig. 62. Darmzotten an den dünnen Gedärmen des Schafes (Gerlach).

§. 14.

Die Zubereitung.

Aber das Thier erhält nicht einen der genannten Stoffe allein oder mehrere rein — es erhält Gras, Rüben, Wurzeln, Körner, Trebern oder Schlempe, — also sehr verschieden zusammengesetzte Nahrungsmittel. Die in ihnen enthaltenen Nährstoffe können aber für die Verdauung vorbereitet werden, es kann dadurch die Thätigkeit des Darmkanals erleichtert, die Ausnutzung der Nahrungsmittel erhöht werden.

Die Kochkunst der Menschen sollte keinen andern Zweck haben, als durch Vorbereitungen mannichfacher Art die Nahrungsmittel leichter verdaulich und trotz vielfältiger Zumischung im rechten Verhältniß zu erhalten. Aber diese sonst so nützliche wertherzeugende Kunst, deren Grundlagen die Grundsätze der Chemie bilden, ist in ihren letzten Enden Sache des Gaumenkitzels geworden und man kann mit vollem Grund behaupten, daß Kühe und Pferde zur Zeit

vernünftiger gefüttert werden, als Menschen, insbesondere jene, die mit 60 Gedecken oder mehr speisen. Alle Arten von Zubereitung laufen vorzüglich auf Aenderung der physikalischen Eigenschaften, weniger der chemischen hinaus. Verkleinerung, Erweichung ohne und mit Wärme, Gährung — das sind die vorzüglichsten Wege, auf denen hierin gearbeitet wird.

Die erste und gemeinste Art der Zerkleinerung ist die von Heu und Stroh, das Häckselschneiden, das Zerschneiden oder Stampfen von Wurzeln und Knollen, das Schroten von Sämereien.

Das Häckselschneiden kann nur unbedeutend als eine zu Gunsten leichterer Durchfeuchtung mit Verdauungsflüssigkeit vorgenommene Zerkleinerung gelten; sie wird vielmehr deßwegen vorgenommen, um andere den Thieren weniger genehme Nahrungsmittel oder etwa zu feuchte oder endlich zu stark nährende passender zu mischen. Die Thiere ziehen ungeschnittenes Heu und Stroh dem geschnittenen bei freier Auswahl vor, aus dem ganzen Heu scheinen sich auch zum Wiederkäuen besser Ballen zu formen. Die Zerkleinerung erreicht bekanntlich nur beim Pferde einen höheren Grad, und es ist kein Zweifel, daß hier ein leichteres Durchdringen der Verdauungsflüssigkeit ermöglicht wird, was um so nöthiger ist, da das Thier nicht wiederkaut und der härtere Zellstoff entschieden schlechter als von den Wiederkäuern von ihm verdaut wird. Geschieht das Häckselschneiden mehr, um hartstengliches, schlechtes Futter den Thieren besser beizubringen, so muß dieß natürlich nicht so weit gehen, daß Stoffe gegeben werden, die entschieden ohne Werth oder verdorben sind. Es wäre begreiflich ja damit gar nichts gewonnen. Hartstengliche Grünfutter oder Trockenfutter müssen besser erweicht, durch Kochen, Brühen oder Gährung vorbereitet werden, das bloße Zerkleinern und Mischen hilft viel zu wenig zur eigentlichen Ausnützung. Daß dieses sogenannte „Beibringen“ nicht bloß nutzlos und schon der Unkosten halber dann nachtheilig ist, sondern auch gefährlich wirken kann, wenn schädliche Futterstoffe oder schädliche Pflanzen (Giftpflanzen z. B.) dadurch dem Futter in so verkleinertem Zustande beigemengt werden, daß sie das hungernde Thier nicht mehr ausstoßen kann, sondern ohne Wahl alles verschlingen muß, ist nicht außer Acht zu lassen.

Das Häckselschneiden ist außer mit dem gemeinen Handhäckselstuhle oder Maschinen von Wasser getrieben noch selten mit andern

Geräthen bis jetzt vortheilhaft verrichtet worden. Um so mehr gelang es zum Zerkleinern der Körner, Wurzeln und Knollen zahlreiche Geräthe mit Erfolg wirken zu lassen.

Das Verschlingen ganzer Knollen oder Rüben ist gefährlich, weil solche oft im Schlunde stecken bleiben und Erstickungszufälle oder gefährliche Operationen zur Folge haben. Ihre Lebensfähigkeit im Magen (v. Weckherlin) wird bald genug aufgehoben und überdieß kehren sie zum Wiederkauen, also zur Zerkleinerung zurück, wie denn überhaupt das Thier naturgemäß solche vor dem Verschlingen verkaut. Auch hat ein Kartoffelstück seine Lebensfähigkeit nicht verloren. Nur Heißhunger, Störung rc. treiben zum Verschlingen des ganzen Stückes.

Aber die Zerkleinerung der Wurzeln und Knollen ist deßhalb besonders nützlich, weil der Durchweichung viel mehr Flächen geboten werden, die zarteren Seiten der Schichte sich dem Eindringen der Verdauungsflüssigkeit bieten, ohne erst die harte und schwer zugängliche Oberhautschichte durchdringen zu müssen.

Endlich reizen die Saftseiten der Stücke den Appetit des Thieres und vermögen es, auch damit gemengte Häcksel leichter aufzunehmen.

Nur wenn die Schnitte dieser Wurzeln und Knollen fein sind (Scheiben) und diese dicht auf einander liegen, tritt bald Verderben durch Gährung ein, außerdem aber verdunstet das Wasser der Oberflächen (Kartoffelschnitte) leicht, die Stücke behalten größtentheils ihre Lebenskraft und an der Luft ausgebreitet in trockenen Räumen ist ihre Zersetzung lange verhindert.

Die Spelzen der Getreide sind bekanntlich entweder gar nicht mit dem Samen verwachsen (Weizen, Roggen, nackte Gerste und nackter Haber), oder schließen sie bloß fest ein (Spelz) oder sind fest damit verwachsen, wie Gerste, und nur fester eingeschlossen, wie beim Haber. Außer den Spelzen umgibt die Getreidekörner noch eine besondere zarte Haut, oft von einer zweiten Haut gefolgt, und endlich kommt der Kern mit der äußeren Schichte, die in den Zellen Fettkügelchen enthält.

Bei den Gerstengraupen ist Spelze, Samenhaut und Kleberschichte entfernt, es bleiben nur die Stärkezellen, welche außerdem noch andere, auch stickstoffhaltige, Substanzen enthalten.

Die Körner müssen gut durchweicht seyn, wenn der Mund-

und Bauchspeichel auf den Umsatz ihres Stärkemehles in Zucker einwirken soll.

Das gemalzte Getreide wie das Eingequellte braucht keine Verkleinerung. Auch jene Thiere brauchen sie nicht, welche Körner gut zu vermahlen im Stande sind, gesunde und kräftige Verdauungsorgane haben (z. B. das gesunde Pferd), ja es ist das Zerkleinern für sie als verweichlichend und die Verdauungskräfte schwächend anzusehen. Der Magen wird wie alle Organe durch strengere Uebung gestärkt, nur aber bis zu einem gewissen Alter und im normalen Zustande.

Selbst Wiederkäuer verdauen in diesem Zustande ganze Körner viel besser, als man schon aus der Beschaffenheit ihres Magens abnehmen zu können glaubte.

Man schätzt den Gewinn an Nährkraft durch bessere Ausnutzung des geschrotenen oder gequetschten Getreides gegenüber dem unzerkleinerten auf $^1/_{10}$ des Futterwerthes.

Das Kochen, Brühen, Dämpfen, Einweichen in warmem Wasser ist ein 1) die Lösung nährender Stoffe fördernder; 2) die Umwandlung mancher derselben schon einleitender Vorgang, welcher die Verdauung erleichtert und schwer lösliche Stoffe besser ausnutzen macht.

Die Gegenwart stickstoffhaltiger Stoffe in allen Pflanzentheilen wirkt in der Wärme fördernd auf die Zuckerbildung aus Stärkmehl, sie selbst lösen sich leichter, ebenso Gummi, Dextrin, der Zellstoff quillt auf, der Schleim deßgleichen, aber in der Siedhitze und schon bei 70° R. beginnen die meisten Eiweißkörper zu gerinnen, ihre Wirkung auf das Stärkmehl (z. B. die der Diastase) wird mit der Siedhitze aufgehoben, aber jenes selbst wird darin verkleistert und den Speicheln nun leichter zugänglich, alle übrigen Kohlenhydrate werden stark verflüssigt.

Gekochte Massen, die im Umsatz schon begriffen sind, und die Wärme leitet diesen mächtig ein, wirken ansteckend auf viele andere damit in Berührung gebrachte Körper, was namentlich in hohem Grade dann gilt, wenn bereits Gährung eingetreten ist.

Durch das Kochen werden auch oft Säfte entfernt, welche in größerer Menge den Verdauungsakt stören. Dazu gehört das an Salzen sehr reiche Vegetationswasser mancher Wurzeln und Knollen, ja selbst von Blättern. So das Wasser der Kartoffeln und ihres Krautes, der Blätter der Runkeln rc. ganz vorzugsweise.

Die Gährung ist überhaupt ein Akt, der den Umsatz nährender Stoffe kräftig anzuregen oder einzuleiten im Stande ist. Sie wird daher schon bei der gewöhnlichen Heubereitung benützt, wenn auch unbewußt, indem das eingepreßte trockene Heu immerhin sich etwas erhitzt und nach einiger Erwärmung allmählig trockener, brüchiger, wohl auch leichter verdaulich wird, was der Praktiker in den Unterschieden alten und jungen Heues zunächst bei Fütterung an Pferden sehr wohl bemerkt.

Wird das nur halb trockene Heu fest eingebanst oder aufgeschichtet, so tritt eine sehr heftige Gährung ein, deren Ende das Braunheu bildet.

Nicht die darin schon vorhandenen wohlriechenden Stoffe sind es, die in Folge der Gährung frei werden und den guten Geruch erzeugen, der den Thieren dann so angenehm seyn soll, sondern es sind die solche Gährungsvorgänge begleitenden und durch sie erst erzeugten flüchtigen Oele und Aetherarten, welche keineswegs, wie man fälschlich glaubt, den Thieren so angenehm sind. Dieselben ziehen solches Futter nur vor, weil ihnen der Instinkt bald die leichte Verdaulichkeit desselben gelehrt hat. Obwohl der Geruch ein Kennzeichen unverdorbenen Futters ist, so ist er doch noch nicht das Kennzeichen eines sehr guten, und die Redensarten von dem „aromatischen" Heu, dem „Ruchgras", das gar häufig dem sonst vortrefflich riechenden Heu ganz fehlt, vom ätherischen oder gar alkalischen Heuöl 2c. gehören derselben Zeit an, wie Reinhardts Beschreibung der Selbsterhitzung, welche die wohlriechenden Pflanzensäfte in Dünste verwandelt, die alle schlechten Pflanzentheile durchziehen, schmackhafter und gedeihlicher, ja sogar die Kartoffeln selbst gelinde gähren machen sollen. Diese Methode des Futteraufschließens durch Gährung ist auf viel zu kurze Zeit (und nur bis 18° Temperatur steigend) und mangelhafte Beobachtung gestützt, um empfohlen werden zu können.

Aehnlich den Vorgängen beim Einsalzen verschiedener dem Menschen dienlicher Nahrungsmittel wird auch für Thiere da und dort eingemacht, eingesalzen, eingesäuert.

Bei Futterstoffen, die als Abfälle landwirthschaftlichen Gewerbsbetriebs gelten müssen und noch Reste der früheren Umwandlungen an sich tragen, z. B. Trebern mit etwas Bierwürze, Runkeltrestern (Zuckersaft, Schlempe, Zucker, Alkohol). Bei diesen setzt sich zunächst

der eingeleitete Umsetzungsproceß fort. Der Zuckersaft wird Alkohol und Kohlensäure, der Alkohol wird Essigsäure, neben dieser entsteht jedesmal auch Milchsäure, und die stickstoffhaltigen Bestandtheile verändern sich als Gährungserreger, zersetzen sich selbst, werden Hefe und zahlreiche Zwischenbildungen.

Der Praktiker sucht die Umbildung bis zu den letzten unbrauchbaren oder schädlichen Produkten der Gährung, der Fäulniß, aufzuhalten, setzt daher Kochsalz zu, stampft fest ein, um den Luftzutritt zu erschweren, bedient sich kühler Orte, tiefer ausgemauerter Löcher, bedeckt sorgfältig und schwert ein.

Er thut dasselbe mit Stoffen, die nicht Reste landwirthschaftlicher Gewerbsproduktion sind, sondern eigens zu diesem Zweck allein verwendet werden, z. B. mit grünem Klee, Kohl, Mengfutter, Rüben und Kartoffeln, alles begreiflich zerkleinernd und auf 100 Pfd. der frischen Pflanzen 1 Pfd. Kochsalz rechnend.

Theorie und Erfahrung empfehlen diese Methode außerordentlich, die Bildung der Milchsäure, als einer bei der Verdauung eine so große Rolle spielenden organischen Säure, ist von großer Wichtigkeit, doch könnte allzuviel Essigsäure schädlich wirken, gewiß zunächst auf säugende Thiere, Rinder und deren Kälber. Im Zustande der ersten oder weinigen Gährung ist dieses Futter am besten, in jenem der letzten oder schleimigen am wenigsten gut, ganz schädlich gewiß in der Fäulniß.

Die Vorbereitung der Futterstoffe durch Gährung geschieht auch beim Brodbacken, begleitet von den Umwandlungen eines Theils Stärkmehl in löslicheres Röstgummi. So gewiß diese Vorbereitung, falls die Kosten nichts einsprechen, sehr verständig ist, so gewiß ist die Fütterungsart für Wiederkäuer bedenklich, da die starke Nährkraft des Brodes und die leichte Verdaulichkeit desselben mit der Einrichtung ihrer Verdauungsorgane so wenig übereinstimmt. Brod an Kühe und Kälber bei Verdauungsschwäche verfüttert, zeigte sich uns jedesmal nachtheilig. Für Pferde ist bekanntlich diese Art Vorbereitung am meisten gerechtfertigt und auch in Uebung.

§. 15.

Das Verhältniß.

Wasserdunst, Kohlensäure, flüchtige Fettsäuren, Darmgase, Urin, feste Auswürfe, Hautschuppen, hornige Gebilde, Haare, Federn u. A.

werden vom lebendigen Thierorganismus ausgeschieden, der dadurch entstandene Verlust wird ersetzt, reichlicher, wenn der Organismus wächst, schwächer, wenn er in der Abnahme sich befindet und alt wird.

Aus dem Körper entweichen anorganische Bestandtheile (Salze zunächst), es entweichen Fette und Gase, stickstofffreie und stickstoffhaltige Substanzen. Nach der Menge, in der sie verloren werden, müssen sie ersetzt werden. Der Organismus will bald mehr kohlenstoffreiche, bald stickstoffreichere, immer aber alle vier Arten, — Mineralsubstanzen, Fette, stickstoffhaltige und stickstofffreie; er kann nicht leben, wenn eine gänzlich und andauernd fehlt, er kann auch nicht normal leben, wenn sie nicht im rechten Verhältniß zu einander gegeben werden.

Gummi, Zucker, Stärke nähren nur, wenn auch Eiweiß oder Kleber dazu kommen, alle beide nur, wenn auch Salze sie begleiten, und in dem Maße die einen fehlen, in dem Maße werden die anderen unwirksam, und ein Ueberfluß der einen nützt nichts, wenn er nicht vom Ueberfluß der anderen immer in gleichen Verhältnissen begleitet wird.

Ein Nahrungsmittel wird die Idee vollkommenster Nahrhaftigkeit erfüllen, wenn die genannten vier Gruppen in jenem Verhältniß vorhanden sind, wie dieß in einem gegebenen Fall des nahrhaftesten von der Natur gegebenen Nahrungsmittels sich findet, z. B. in der Milch für ein eben entwöhntes junges Thier, im guten Wiesengrase für einen erwachsenen Pflanzenfresser, im Fleische dieses selbst für einen erwachsenen Fleischfresser. Aber die Nahrhaftigkeit ist nicht bloß von dem Verhältniß, sondern auch von dem besondern Bedürfnisse des zu nährenden Organismus abhängig, und dieses Bedürfniß wechselt nach Alter, Constitution, Geschlecht, Klima, selbst Jahreszeit; auch nach den Zwecken, fügt der Landwirth bei.

Die Nahrhaftigkeit setzt auch den passenden physikalischen Zustand des Nährstoffes voraus, die Möglichkeit leichten Zutrittes der Verdauungsflüssigkeit, die Verdaulichkeit.

Offenbar ist für die Säugethiere das beste Verhältniß der vier Gruppen der Nährstoffe in der Zusammensetzung der dem Säugling vom Organismus selbst bereiteten Nahrung, der Milch, zu suchen, wie für die Vögel im Ei. Die erste Milch ist sogar dem Ei sehr ähnlich, dick, gelb, eiweiß- und dotterstoffhaltig bei der Kuh, wie wir anderwärts gezeigt haben. Wie nothwendig ist diese wahre Dotter-

flüssigkeit dem jungen Thiere, und doch entfernen sie Thoren oft ungenützt, als etwas „Unreines"!!

Für den Menschen ist seine Milchproportion

10 stickstoffhaltige Substanz (plastische Nährstoffe),

10 Fett }
20 Zucker } 30 stickstofffreies Respirationsmaterial (Athmungsmittel).

Diese wäre für den jugendlichen Organismus normales Verhältniß, soll er mit anderen Nahrungsmitteln erhalten werden.

Hühnereier enthalten in 100 Theilen des Innern

10,72 Fett,

16,53 stickstoffhaltige Substanz in Eiweiß und Eidotter,

72,53 Wasser.

Es enthält in 1000 Theilen:

	Stickstoffhaltige Substanz (Casein).	Stickstofffreie Fett.	Zucker.	Salze.
Die Kuhmilch	34,0	39,0	53,0	7,0
Die Schafmilch	45,0	42,0	50,0	6,0
Ziegenmilch	40,2	33,2	52,8	5,8
Schweinemilch (nebst Eiweiß)	112,9	23,7	31,5	Salze nicht bestimmt.
Stutenmilch	16,2	8,0 (?)	87,5	(?)
Eselsmilch	16,74	12,10	62,31	nebst Salzen.
Hundemilch	146,0	133,0	30,0	14,8

Das Fehlende von 1000 Theilen ist Wasser.

Aus diesen Proportionen geht nun hervor, daß:

1) Fleischfresser in der Milch gleichviel stickstoffhaltige und stickstofffreie Nährstoffe erhalten.

2) Daß Pflanzenfresser dieselben mit Ausnahme der in ihrer Heimath so beweglichen Einhufer durchschnittlich in einem Verhältniß wie 10 : 25 bis 30, oder 1 Theil stickstoffhaltige Substanz auf 2,5 bis 3,0 stickstofffreie erhalten.

Mit dem Wachsthum der Thiere ändert sich die Proportion dahin, daß in Folge des größeren Bedarfs an Bewegung, Wärme, Umsatz zc. die stickstofffreien Nährstoffe in den Nahrungsmitteln zunehmen. Zuerst schon im Mehl, in den Körnern, dann im Gras und Heu, im schwachnährenden Stroh.

Diese Proportion ist ursprünglich viel einfacher gehalten worden, indem nach dem Vorgange Liebigs man bei dem allgemeinen

Vorhandenseyn der Mineralstoffe in den Nahrungsmitteln nur auf zwei Glieder, auf stickstoffhaltige (Proteinsubstanzen) und stickstofffreie (Kohlehydrate), wohin auch das Fett gezählt ward, Rücksicht nahm und letztere als zur Wärmeerzeugung bestimmtes Respirationsmaterial, erstere aber als organische Thiersubstanz (Muskeln, Blut rc.) bildend plastisches Material nannte.

Die Erfahrung, daß Fett nicht bloß zum Verbrennen bei Luftzutritt bestimmt sey, sondern für sich allein schon und noch mehr bei Zusatz zu Kohlehydraten wieder Fett bilde, also auch Stoff bilde im Organismus, erschütterte diese Eintheilung zuerst. In der That spielt das Fett eine wichtigere Rolle.

Wenn nun Lebensart, Constitution, Gebrauch, Klima, Alter, Geschlecht u. s. w. jene Proportion abzuändern im Stande sind, so kommt es darauf an, zu erforschen

1) die Grenzen, innerhalb welcher dieß für jedes einzelne Glied derselben ohne Störung des normalen Bestandes des Organismus geschehen kann.

2) Welches ist für jeden gegebenen Fall das rechte Verhältniß?

§. 16.

Das Beharrungsfutter.

Die ältere Landwirthschaft kannte nur das auch heute noch übliche Verfahren, den Futterwerth für Pferde, Rinder und Schafe, auch Schweine, besonders und nach Erfahrung zu schätzen.

Man unterscheidet dabei große, mittlere und kleine, ausgewachsene und noch im Wachsthum begriffene Thiere.

Ein großer Fortschritt war's, als man die Bestimmung des Körpergewichts des Thieres selbst zufügte und endlich nur ein Futter annahm (Heu), auf welches alle übrigen Futtermittel ihrer Wirkung nach zurückgeführt wurden.

Aber die Ermittlung des lebenden Körpergewichtes ist schwierig, und das Heu hat wie jedes Normalfutter bei verschiedenen Thierarten und noch mehr Gattungen sehr verschiedene, von der Organisation des Thieres abhängige Wirkungen.

Die schönsten Erfolge aber gewährte der schon seit 1817 angeregte Unterschied des Futters in Erhaltungs- und Mehrungsfutter. Die landwirthschaftlichen Schriftsteller von Ruf verloren indessen

bald in Ermanglung tiefer physiologischer Kenntnisse die strenge Grenze, innerhalb welcher nur mit Erfolg vorerst gesucht werden konnte. Sie warfen den Zustand eines langsam verlaufenden Aushungerns bei gerade möglichem Hinschleppen des Lebens mit dem himmelweit davon verschiedenen gleichen Zustand derselben zusammen, und Mangel jeder Produktion mit bloß gewinnloser Produktion.

So interessant auch die Ermittlung dieser Zustände seyn mag, so muß bei der großen Schwierigkeit der Aufgaben es doch vorerst genügen, nur jenes Futterquantum genau kennen zu lernen, was zur Erhaltung eines Thieres im gleichen Ernährungszustande, in gleicher Körperschwere hinreicht, was Haubner Beharrungsfutter nennt. Die Landwirthe haben in der Regel nur dieses gesucht, wenn auch bei falschen Begriffen.

Ein Thier in den Zustand versetzen, in welchem es gar keine Nutzungen gibt, also nicht Fett ansetzt, keine Milch gibt, keine Bewegung macht, nicht Wolle, Haare &c. bildet, heißt dasselbe in einen völlig abnormen, dem Tode zuführenden Zustand versetzen, in den beginnenden Verhungernszustand.

Denn auch das wilde Thier, das keine landwirthschaftlichen Nutzungen gibt, gibt Milch für sein Kalb, Wolle, Haare und äußert Kraft.

Wenn man das Beharrungsfutter in Beziehung bringt mit dem Körpergewichte, so muß letzteres durch ersteres in gleichem Stande erhalten werden, dabei aber findet eine mäßige Milch-, Kraft- und Wollproduktion statt. Wenn mehr erreicht werden soll, wird es zum Mehrungsfutter, wenn weniger, zum Hungerfutter.

Aber auch das Beharrungsfutter ist schwankend und ungleich nach Race, Alter, Geschlecht, Gattung, Klima, Lebensweise.

Vielfache schöne Ermittlungen haben den Landwirthen gelehrt, daß Wiederkäuer $^1/_{60}$ ihres lebenden Gewichtes ($1^2/_3$) als Beharrungsfutter brauchen, Pferde $^1/_{50}$. Aber jene geben dabei kaum $^1/_{10}$ ihres lebenden Gewichtes alljährlich im Kalbe, niemals $^1/_{30}$ in der Milch.

Nach Valentin betrug bei einem Pferde (Stute vierjährig) nach drei Tage langen Untersuchungen und bei gleichbleibendem Körpergewichte die Menge der festen Auswürfe das drei- bis vierfache der Menge des ausgeschiedenen Urins, die Hälfte der täglichen Nahrung ging durch Lungen und Hautausdünstung wieder fort, mit dem Koth wurde mehr Wasser als mit dem Urin entleert. Beide

enthielten mehr Wasser, als die Ausdünstung. Der tägliche Wasserbedarf war $1/_{14}$ des mittleren Körpergewichts.

Durch die Ausdünstung ging mehr als das Doppelte von organischen Stoffen weg. Die eingenommenen organischen Stoffe betrugen $1/_{42}$—$1/_{43}$ des mittleren Körpergewichts.

Das also war hier das Beharrungsfutter. Nach Valentin nahm ein vierjähriges Pferd von 850 Pfund Körpergewicht durch seine Nahrung binnen

9—10 Tagen so viel Wasser,
10—11 Tagen so viel feuerflüchtige organische Stoffe,
25—26 Tagen so viel Asche

ein, als sein Gesammtkörper Wasser, organische Stoffe und Asche enthält.

Er enthielt aber bei 850 Pfund Gewicht

Wasser	599,46
feuerflüchtige Stoffe . . .	215,91
Asche	34,63
	850 Pfd.

Nach Boussingault fällt das Beharrungsfutter bei wachsenden Füllen unter $1/_{35}$ ihres lebenden Gewichtes an Heuwerth.

Haubner berechnet aus Boussingault's Versuchen ein Beharrungsfutter für Pferde von $1/_{40}$—$1/_{42}$ ihres lebenden Gewichtes in Heu, was auch mit anderen Berechnungen und Annahmen mehr übereinstimmt.

Ein arbeitendes Pferd braucht $1/_{32}$ seines lebenden Gewichtes (für 100 Pfund 3,08 Pfund Heu), durch achtstündige Arbeit würde also ein Mehr von $1/_{4}$ der Futtermasse verlangt werden.

Für Rinder ist man bereits auch auf den Grund von Schätzungen auf höhere Werthe für das Beharrungsfutter gekommen. Nach Haubners Versuchen an Ochsen ist dasselbe auf $1/_{45}$ des lebenden Gewichtes oder $2^{9}/_{20}$, also $2^{1}/_{2}$ Pfund für 100 Pfund festzustellen.

Derselbe gründliche Bearbeiter dieses Zweiges der Thierproduktion setzt, auf exakte Versuche gestützt, für Schafe $1/_{40}$ ihres lebenden Gewichtes als Beharrungsfutter fest.

Für Pflanzenfresser (nicht für das allesfressende Schwein, für welches erst ein Futtermaßstab gefunden werden muß) nehmen die Neueren ein zwischen $1/_{35}$—$1/_{45}$ des lebenden Gewichtes schwankendes Beharrungsfutter, im Mittel also $1/_{40}$ an. Sie schwanken zu höheren

Werthen bei kleineren Körpergrößen, zu niederen bei größeren Thieren.

Kleinere Thiere verbrauchen mehr „Lebenskraft," wie sich die Alten ausdrückten, bei demselben Gewichte wie große. Es kann dieser größere Verbrauch nur auf Rechnung des wärmegebenden Materials bei größeren Verdunstungsflächen (Haut und Lunge) gesetzt werden.

Da das Beharrungsfutter, auf diese Art festgesetzt, bedeutend von den älteren Annahmen (v. Riedesel und v. Weckherlin) um $1/3$ durchwegs ($1/40$ statt $1/60$) abweicht, von hier aus aber die Berechnung des eigentlich erst landwirthschaftlichen Werth habenden und beliebig immer wechselnden Mehrungsfutter beginnt, so wäre ein Abschluß durch Wiederholung guter Versuche sehr erwünscht.

§. 17.

Das Mehrungsfutter.

Wir haben schon oben gesagt, daß dem Begriff Futter wesentlich sey, daß es etwas hervorbringe oder mehre. Das Beharrungsfutter bringt gerade so viel hervor, um das durch den Stoffwechsel und die Fortpflanzung täglich verloren gehende wieder zu ersetzen, nicht mehr und nicht weniger. Der Landwirth will aber mehr schaffen, er will mehr Fett, mehr Fleisch, mehr Milch, mehr Kraftäußerung, auch oft mehr und bessere Wolle. Diese Produkte werden nun von verschiedenen Nährstoffen erzeugt, und der eine bildet mehr Fett, der andere fördert mehr die Kraftentwicklung, und es kommt nun darauf an, nicht bloß die Menge zu kennen, um welches das Beharrungsfutter zu gewissen Zwecken gemehrt werden muß, sondern auch die Beschaffenheit, die einzelnen Stoffe in den Nahrungsmitteln.

Vorerst aber producirt alles Futter nur dann, wenn jene von uns schon angedeutete Proportion zwischen anorganischen Bestandtheilen, Fett und andern Kohlenhydraten und stickstoffhaltigen oder Proteinkörpern eingehalten ist. Was zu weit über die Grenzen der allerdings etwas dehnbaren Verhältnißzahlen fällt, ist soviel als unbrauchbar zur Ernährung.

Die Nahrungsmittel enthalten Mineralsubstanzen, Kohlenhydrate und Proteinkörper, nicht bloß nach Boden, Düngung, Klima verschieden, sondern sie sind auch nach der Zusammensetzung,

Vorbereitung, Thierart verschieden wirksam. Alle Nahrungsmittel also auf Eines, für Pflanzenfresser z. B. auf Heu zurückzuführen, kann nur dann von Werth seyn, wenn dieses Werthmaß sich selbst in hohem Grade allüberall gleichbleibt und die daran gemessenen Futtermittel nicht allzugroßen Schwankungen in Bezug auf die einzelnen Bestandtheile seines wahren Futterwerthes (Kohlehydrate, Proteinsubstanz) unterliegen.

Vorerst gelten als Hauptsätze, daß alle eingenommenen Nahrungsmittel die Hauptbestandtheile des Organismus, den sie mehren und erhalten sollen, enthalten müssen, weil der Organismus kein Element bilden kann. Der Stickstoff der Luft, selbst der des Ammoniak oder mancher Salze nährt den Thierkörper nicht. Auch nicht die stickstoffhaltigen Alkaloide (oft Gifte). Endlich müssen die Nährstoffe von den Verdauungssäften durchweicht, gelöst und so verändert werden, daß sie Blut und Lymphe durchdringen können.

Frerichs fand, daß beim Menschen die Proportion sich in der täglichen Nahrung bei Körpergleichgewicht verhalten müsse wie 60 Eiweiß zu 430 Stärke oder 250 Fett also wie 1 : 7 oder beim Fett wie 1 : 4,2.

v. Liebig berechnete das Verhältniß der Blutbildner[1] zu den Wärmeerzeugern wie 1 : 4,7.

Thomson fand bei Messung der Einnahmen und Ausgaben einer Kuh das Verhältniß der Blutbildner zu den Wärmeerzeugern wie 1 : $8\frac{1}{3}$. Man kann den Bruchtheil in Anbetracht der Schwankungen durch andere Einflüsse keck weglassen.

Nach Valentins Untersuchung am Pferde stellt es sich wie 1 : 6,6 (Frerichs).

Nach Haubner bei Schafen ebenso oder wie 1 : 7 was John bestätigt, der 1 : 7,3 nach gründlicher Untersuchung fand.

Es ist aber gewiß, daß der Mensch diese Proportion sehr häufig ohne Nachtheil verändert, dasselbe geschieht auch oft mit Thieren im wilden Zustande (Raubthiere); aber auch ihr Verbrauch ist dann ein außerordentlicher oder vieles wird ungenützt ausgeschieden.

[1] Es sey bemerkt, daß Eiweißkörper, Proteinstoffe oder plastische Nährstoffe hier immer gleichbedeutend mit Blutbildnern gelten, — ebenso Kohlehydrate oder stickstofffreie Nährstoffe mit Wärmeerzeugern.

Viel regelmäßiger ist Einnahme und Ausgabe bei unsern Hausthieren vertheilt und die ganze Kunst der höheren landwirthschaftlichen Thierproduktion besteht in der Regelung des eigentlichen Mehrungsfutters der alten Schulen. Es ist aber schwer, von einer bestimmten Zahl hier und zwar für mehrere Thierarten zugleich zu reden, wie etwa $1^2/_3$ Pfd. Heuwerth über $1^2/_3$ Pfd. Produktionsfutter.

Es gibt nur Ein Produktionsfutter, was man in das der beharrenden Produktion und das der fortschreitenden oder mehrenden, welche je nach dem angestrebten Produkt verschieden ist, eintheilen kann. Wir begreifen letztere unter dem Titel der Ueberschuß- oder Luxusconsumtion. Vorerst aber sey von den Gleichwerthen oder Aequivalenten der Nahrungsmittel selbst die Rede.

§. 18.

Die Gleichwerthe.

In den Nahrungsmitteln sind die berührten Verhältnisse selten gegeben. Sie sind wohl beim Heu für Pflanzenfresser am häufigsten vorhanden, in der Milch und dem Fleische für Fleischfresser, aber in zahllosen anderen Nahrungsmitteln weniger oder gar nicht. So in dem Getreide wie 1 : 5—6, in den Hülsenfrüchten 1 : 2 bis 3, in den Oelkuchen gar 1 : 0,7 (?), in den Kartoffeln nur 1 : 9—20, nicht minder in Weißrüben und Runkeln.

Wenn nun Nahrungsmittel für Menschen, Pflanzen und Fleischfresser gemischt gegeben werden, so ist leicht möglich, daß selbst bei der reichlichsten Gabe dennoch keine Produktion, wohl gar eine Abnahme, jedenfalls aber eine Verschwendung, ein Verfehlen des Zieles, eintrifft.

Es sind entweder zu viele Wärmeerzeuger oder Blutbildner — die einen im Uebermaße gegen die anderen — vorhanden, um ausgenutzt werden zu können. Und nicht immer ist der Organismus im Stande, das richtige Verhältniß aus dem gegebenen Stoff herauszufinden und den Rest unschädlich zu entfernen. Krankheiten folgen nicht selten, namentlich in Zeiten außergewöhnlicher natürlicher Ausscheidungen, wie der Federn- und Haarwechsel, Abschuppung und Abschilferung, der Reinigung u. A. Es kommt somit darauf an: 1) in den gegebenen Nahrungsmitteln das richtige Verhältniß zu berechnen, 2) dieses selbst nach dem Zweck, den man erreichen

will, innerhalb der möglichen Grenzen zu ändern und 3) die Menge für die Ueberschußproduktion zu bestimmen.

Die Berechnung des Verhältnisses kann nur auf Grund der chemischen Untersuchung vorgenommen werden.

Es wäre aber sehr voreilig zu schließen, daß zur Herstellung einer Ernährungstafel (Nutritionsskala) nichts weiter mehr zu thun sey, als die Nahrungsmittel nach ihrem Gehalte an stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheilen unter einander zu reihen. Gerade für den Landwirth, dem viel weniger am Beharren des Gesammtthiergewichtes, als an Erzeugung einzelner Theile oder Stoffe (Fett, Milch, aber keine Knochen! oder diese und Kraft und kein Fett!) oder Ueberschußproduktion gelegen ist, beginnt die Forschung erst vorzüglich im Gebiete der Schwankungen, welche die angegebenen Verhältnisse zulassen. So braucht der wachsende Organismus (das Junge oder der von Krankheit und Erschöpfung sich Erholende) mehr stickstoffhaltige Substanz, als der Ausgewachsene. Die Milch ist den Jungen schon an sich überschußproducirend, sie hat die Proportion wie 1 : 2 — 3, die Muskelfaser (das Fleisch) steht ihr nahe und auch unsere Pflanzenfresser verhalten sich in der Zeit des Säugens wie Fleischfresser, sie erhalten nicht minder im erstmaligen Saugen die Stoffe des Eies im Eiweiß und Dotterstoff des ersten Colostrum (Prister), wie wir unten zeigen werden.

Körperliche Anstrengungen, auch geistige, heftige Bewegungen, starke Arbeit fördern größere Ausscheidung stickstoffhaltiger Bestandtheile (Harnstoffzunahme im Urin), verlangen also reichliche Zufuhr an diesen.

Wärmeerzeuger werden reichlicher verlangt in kalten und trockenen Gegenden oder Jahreszeiten, der reichliche Genuß des Fettes selbst in kalten Zonen scheint darauf zu deuten, obgleich auch in warmen Ländern dieselben in Oelform in großen Mengen (Oliven) verzehrt und verlangt werden.

Die Schwankungen im Verbrauch der Mineralsubstanzen sind weniger klar, doch am meisten noch in den Zeiten des Trächtigseyns, wo das Mutterthier begreiflich größere Mengen von Kalk, Phosphaten für das Skelet des Jungen braucht. Auch die Knochenbrüchigkeit in Folge zu schwachen Gehaltes der Nahrungsmittel an Phosphaten ist eine hieher gehörige Erscheinung.

Die größten Schwankungen im Bedarf zeigen sich beim Wasser,

was indessen der Leichtigkeit allseitiger Zufuhr wegen geringe ökonomische Bedeutung hat.

Die größte Bedeutung haben immer doch die blutbildenden Bestandtheile der Nahrungsmittel, weil sparsam in der Pflanzennahrung im Allgemeinen vorhanden, also theurer, weil Masse bildend (plastische Nährstoffe) und den ganzen Stoffwechsel gleichsam beherrschend. Mangelhafte Zufuhr derselben erzeugt Blutarmuth, Dünnflüssigkeit desselben, Abnahme an Blutkügelchen, an Muskulatur und Kraft. Die Thiere verkrüppeln dabei und die Wiederkäuer in armen Moor- und Heidegegenden bilden ein Seitenstück zu den menschlichen Kummergestalten in manchen Gegenden Europas wie auch anderer Erdtheile.

Deßhalb ist auch vor nicht langer Zeit der Stickstoffgehalt allein schon als Maßstab zur Bildung von Futterwerthtabellen genommen worden, was schon nicht wegen der Unbrauchbarkeit mancher Stickstoffverbindungen, wie Gallerte und Alkaloide, noch weniger aber wegen der nicht minder großen Bedeutung der Kohlehydrate geht.

Die ältere Landwirthschaft begnügte sich z. B. das Trockengewicht einer Kartoffel zu bestimmen und ihren Nahrungswerth darauf zu gründen. Sie sagte, ein Tagwerk Landes erzeuge dreimal so viel nährende trockene Masse in Kartoffeln, als im Weizen und schloß auf die Wichtigkeit des Kartoffelbaues, auf die Möglichkeit der Vermehrung der Menschen.

Man dampfte 100 Gewichtstheile Branntweinschlempe ab und erklärte den Rückstand wirksam gleich Mehl.

Nach Boussingault enthalten durchschnittlich 100 Pfund lebenden Gewichtes 3,66 Pfund Stickstoff; um also jenes zu erzeugen, muß das Futter vorerst doch auch diesen Stickstoffgehalt zeigen; ist also die Beharrung und ihr Bedarf festgestellt, dann können z. B. 200 Pfund Roggenschrot und Roggenkleie, die etwa so viel enthalten, jenes lebende Gewicht erzeugen.

Ein Pfund Heu gebe 1 Pfund Milch, heißt so viel, als aus 35 Gr. Eiweißkörper des Heues werden 25 Gr. Käsestoff in der Milch.

Wir fügen dem noch folgende Sätze bei:

1) Die Produktion von Arbeit kostet den Unterschied der Nahrung zwischen einem nicht arbeitenden und arbeitenden Thiere — gleiches Alter, Geschlecht und alle sonstigen Verhältnisse vorausgesetzt.

Der Gewichtsverlust stark arbeitender Thiere geht zunächst auf dem Wege der Ausdünstung und Urinabsonderung vor sich.

2) Außer der Arbeit fällt alle übrige landwirthschaftliche Produktion durch Hausthiere auf Erzeugung von Fett, Milch und Eiweißstoffen; was aber davon mehr erzeugt wird, als durch Beharrungsfutter erzielt wird, fällt dem Mehrungsfutter anheim.

Nach Johns Zusammenstellung aus Schaffütterungsversuchen äußert eine Körpergewichtsmehrung eine Mischung, welche die Eiweißkörper zu den Kohlehydraten wie 1 : 5,5 enthielt. Offenbar findet dann eine Ueberverzehrung statt, d. h. es wird rasch producirt, aber ohne völlige Ausnutzung des Gegebenen. Es muß also eine Aenderung des Verhältnisses zur Erzeugung gewisser Stoffe förderlich seyn. Das Rasche in der Produktion deckt zumeist mehr als zur Genüge die schlechtere Ausnützung und Schnellmast lohnt vorzüglich, häufig auch Halbmast, seltener Vollmast. Die lange Dauer des gestörten Verhältnisses führt zur schwächeren Ausnützung.

§. 19.

Nahrungsgleichwerthe.

Nachdem nun die alten Futtergleichwerthe sich, jeglicher gründlichen Erforschung entbehrend, als unbrauchbar erwiesen haben, so fragt es sich, was Besseres an deren Stelle zu setzen wäre?

Die Chemie der Nährstoffe hat dagegen ihre Nährwerthstafeln zu setzen gesucht, indem sie vorerst die Untersuchung der Nahrungsmittel gab und den Ersatz der Eiweißkörper und Kohlehydrate daraus gegenseitig ableitete, dann indem sie das Verhältniß dieser zu jenen feststellte, wie bereits gezeigt worden ist. Aber nicht bloß, daß sie damit schon im theoretischen Ansatz gegen die durch Erfahrung gefundenen Zahlen hart verstieß, auch die Versuche selbst zeigten, daß der Nähreffekt nicht der theoretischen Zahl entsprach. Man fand die Zubereitung der Nährstoffe, die Verdaulichkeit, die Mischung derselben, Alter, Geschlecht, Race, Klima von so großem Einflusse, daß sie die feinen Unterschiede der Zahlen in den Nährwerthstafeln oft völlig zu verwischen im Stande waren und man zuletzt gestehen mußte, es könne gar keine allgemein geltenden Ersatzmittel geben, namentlich nicht für die eigentliche Ueberschuß-

produktion (das Produktionsfutter der Landwirthe), sondern dasselbe Nahrungsmittel habe nach allen eben aufgezählten Verschiedenheiten auch verschiedene Ersatzmittel. Das Mehl nährt anders, wenn gekocht oder gebacken, wenn mit Heu, wenn mit Fett, wenn allein oder mit mehr voluminösem Futter gegeben.

Nach Wolffs Versuchen konnten mit Heu allein Schafe nie ganz ausgemästet werden, während dieß leicht möglich war, wenn neben dem Heu noch Körnerfutter gegeben wurde. Auch ist die Fettbildung verschieden, je nach den Futterstoffen — auch bei gleicher Gewichtszunahme. Man kann also nur nach besondern Erfahrungen an Thieren einer Art und von bestimmter Race, selbst Schlag, bestimmten Alter, Geschlecht, unter gewissen Temperatur- und Feuchtigkeitszuständen ihres Aufenthaltsortes gemacht, sagen, was ein gegebenes Futter

a) in einer bestimmten Mischung (und Volumen);
b) in besonderer chemischen und physikalischen Beschaffenheit;
c) in bestimmter Zubereitung;
d) in bestimmter Proportion (der Mineralbestandtheile, Fett, Kohlehydrate und Proteinstoffe) für einen Effekt als überschußproducirend habe, die Berechnung des Beharrungsfutters vorausgesetzt.

C. Die Nahrung.

§. 20.

Nahrungsbedarf im Allgemeinen.

Ein Huhn von dem Brahmaschlage (Race Cochinchina) legte nach genauer Beobachtung in einem Jahr 174 Eier. Es ist nicht zu viel angenommen, wenn wir pr. Jahr im Durchschnitt 150 Eier auf ein Stück rechnen; denn es kommen auch Fälle vor, wo ein Thier jährlich 200—218 Stück Eier legt. Da nun eines dieser Eier im Durchschnitte 61,500 Grm. wog, so scheidet ein solches Thier in dieser Zeit mehr als 18 Zollpfund Stoffe aus, die ihm nicht anders, als durch Nahrung wieder zugeführt werden können. Das Thier selbst wiegt zwischen $2\frac{1}{2}$—4 Pfunden und es liefert das $4\frac{1}{2}$—8fache seines Gewichtes an intensivem Nährstoff.

Das Innere dieser Eier besteht aus:

10,72 Fett,
16,53 fettfreien Substanzen (Eiweiß und Vitellin, von ersterem 8,19),
72,53 Wasser,
99,78

Eine 8 Centner schwere Kuh liefert ein Kalb, das den zehnten Theil der Mutter, also 80 Pfund wiegt; sie gibt den 30sten Theil ihres lebenden Gewichtes täglich Milch, also 26—27 Pfd. Milch, jedenfalls 20 Pfd. Milch, was für 300 Tage des Jahres 6000 Pfd. gibt. Sie liefert also gleichfalls das 7—8fache ihres Gewichtes an einem Jungen und dessen Nährstoff, der Milch. Aber die Thiere geben nicht bloß Stoffe zur Fortpflanzung ihrer Art ab, sie verlieren auf andern Wegen noch mehr.

Sie sondern Galle aus, Speichel, Magensaft, Darmspeichel und Darmschleim, Säfte und Salze im Darmkanale, Gase aus der Lunge und von der Haut, Urin aus den Nieren und Auswürfe aus dem Darmkanal, der Haare, Hufe, Federn beim Wechsel derselben, der Hautschmiere, Ohrenschmalz rc. nicht zu gedenken.

Ein Pferd, welchem Valentin täglich 60 Pfd. Trinkwasser, 20 Pfd. Heu und 4 Pfd. Haber geben ließ, verlor täglich an Urin und Exkrementen 44 Pfd., das Fehlende durch Lunge und Haut.

Alle diese natürlichen Verluste müssen durch Einnahmen gedeckt werden, weil der natürliche Zustand des Körpers, der wächst, sich gleichbleibt und endlich abnimmt, im normalen Zustande verharren soll. Diese Einnahmen zur Deckung der Ausgaben in der Oekonomie des Thierorganismus nennen wir im weitesten Sinne Nahrungsmittel, die einzelnen, aber zusammengesetzten Bestandtheile derselben Nährstoffe. Aber die Nahrungsmittel sind noch nicht Eier, Kalb oder Milch, sie sind nicht einmal Schleim, Speichel und Galle, sogar nicht Urin und Exkremente.

Um alles das zu werden, müssen sie in den Kreis der Umänderungen des Stoffes, des Stoffwechsels gezogen werden, sie müssen verdaut, in Blut umgewandelt, verähnlicht und ausgeschieden werden.

Das Blut enthält alle ihre wesentlichen Bestandtheile, so weit sie überhaupt ernähren, es enthält auch die Bestandtheile aller

Körpertheile; das Blut ist der Vermittler zwischen Ausgabe und Einnahme, gleichsam der Buchhalter dieser Oekonomie.

Welches sind denn nun die materiellen Mittel, durch welche diese Oekonomie geführt wird und woher stammen sie? woraus besteht das Blut?

§. 21.

Blutbestandtheile.

Jedermann weiß, daß aus den Adern frisch gelassenes Blut an der Luft gerinnt, einerlei, ob warm erhalten oder erkaltend. Es bildet sich eine feste Masse, der Blutkuchen, schwimmend in einer weißlich schillernden Flüssigkeit, dem Blutwasser oder Serum. Das Blutwasser besteht aus Wasser, Eiweiß und Salzen, der Blutkuchen aus Faserstoff, Eiweiß, Blutkügelchen, Fett, Wasser, Extraktivstoffen und Salzen. Der in lebenden Körpern im Blut aufgelöste Faserstoff ist's, der, an der Luft gerinnend, die übrigen Stoffe, insbesondere auch die roth färbenden Blutkügelchen oder Zellen, einschließt. Die Fleischer wünschen solches nicht und wollen das Blut zu verschiedenem Gebrauch flüssig erhalten, daher sie es quirlen, um den Faserstoff, der dennoch gerinnt und in großen Flocken getrennt wird, am Einschließen der Zellen zu verhindern.

Uebersehen wir die Blutbestandtheile genauer, so finden wir, daß die Salze dem Gebiete des Unorganischen, das Uebrige dem des Organischen angehört, daß unter den letzteren wieder solche Bestandtheile, welche Stickstoff, etwas Phosphor und Schwefel enthalten (Faserstoff, Eiweiß, Blutkügelchen) sich von jenen, welche stickstofffrei sind (Fett, Extraktivstoffe?) abtheilen lassen.

Zu den letzteren gehört noch besonders ein Gas, die Kohlensäure des venösen Blutes, welche immer neu gebildet und ausgeschieden wird, indem sie in die mit dem Körper in Berührung kommende Luft oder Flüssigkeit sich verbreitet (diffundirt).

Es ist leicht zu begreifen, woher ein Geschöpf, welches Blut oder aus Blut entstandene Theile anderer Thiere verzehrt, seine Blutbestandtheile bezieht. Es scheint schwerer bei jenen zu erklären, welche Pflanzen fressen oder gar Schlamm, oder Erde, wie manche sagen.

Der Saft der Kartoffeln gibt einen in der Siedhitze gerinnenden Stoff, der Eiweiß ist, das getrocknete Kartoffelmehl gibt an

heißen Aether auch Fett ab und sein Stärkmehl wird bei der Verdauung in Zucker und Buttersäure, in Fett verwandelt.

Das Mehl unserer Getreidearten enthält neben dem Stärkmehl einen dem Faserstoff des Blutes sehr ähnlichen Stoff, den Kleber, ebenso Fett. Und verbrannt geben alle Pflanzentheile Asche, fast immer dieselbe! Kieselsäure, Phosphorsäure, Chlor, Kali, Natron, Kalk und Magnesia, Eisen und Mangan. Die Pflanzenwelt braucht von allen 62 Elementen nur die Metalloide, die Alkalien, Erden und 2 Metalle. Fast zwei Drittheile sind für sie wie gar nicht da. Und diese Aschenbestandtheile finden sich auch wieder im Blute, nur aber in anderer Vertheilung.

Sind die Blutbestandtheile auch in den Organen der Thiere, die sie bilden sollen? Sind sie auch in den Ausscheidungen?

Die Muskeln, das Fleisch enthalten den Faserstoff des Blutes und sein Eiweiß und eiweißartige Körper, sie enthalten Fett und die Blutsalze; das Gehirn, die Nerven enthalten Eiweiß, Fett und die Blutsalze; der Speichel, Magen und Darmsaft enthält Eiweiß und Salze; der Urin die zerfallenen eiweißartigen Körper als Harnstoff und stickstoffhaltige Säure, dazu die Blutsalze, gelöst und theilweise ungelöst (letzteres normal im Pferdeharn).

Die Exkremente enthalten nebst den unverdauten Resten auch Fett von der Galle, Eiweiß und andere aus dem Organismus in sie ausgetretene Stoffe, unlösliche Salze in Fülle. Ueberall fast dasselbe, aber immer in anderer Vertheilung.

Man fand in 1000 Theilen Blut im Durchschnitt vieler Analysen

Wasser	789,75
Salze	6,878
Eiweiß	71,381
Faserstoff	2,275
Blutkörperchen	130,876
	1001,160

Unter den Salzen herrschen vor Chlornatrium, viel schwächer Chlorkalium, dann kohlensaures und phosphorsaures Natron.

Als Fette werden die Verbindungen der Margarin- und Oelsäure genannt.

§. 22.

Hunger und Durst.

Wenn dem Geschöpf auch gar keine Nahrungsmittel mehr zugeführt werden, seine Aus- und Abscheidungen gehen doch fort. Schleim und Galle als Auswürfe, ein trüber stinkender Urin, Ausdünstung durch Haut und Lunge. Die Ausgabe dauert fort bei mangelnder Einnahme. Das Blut sieht seine Quelle verstopft, es mindert sich. Aber schon sehr lange, bevor es dahin kommt, stellt sich das eigenthümliche, wohl auch von den eben auch nicht ernährten Nerven herrührende Gefühl im Gaumen und Magen ein, das wir Eßlust, bis zur Schmerzhaftigkeit gesteigert, Hunger nennen. Ebenso entsteht durch Mangel an Ersatz der immerfort ausgeschiedenen Feuchtigkeit, durch Abnahme des Wassergehaltes des Blutes die Trinklust und der Durst.

Versuche lehrten, daß bei fortdauernder mangelnder Einnahme der Tod endlich eintritt, wenn der absolute Gewichtsverlust des Geschöpfes $^4/_{10}$ des absoluten Körpergewichts beim Anfange der Versuche beträgt. Dieser Verlust tritt bei Säugethieren und Vögeln rascher ein als bei kaltblütigen Thieren. Er tritt auch verhältnißmäßig rascher ein, wenn gar keine Zufuhr mehr stattfindet, als eine allmählig abnehmende.

Fette Thiere verlieren mehr in derselben Zeit, als magere, denn nebst dem Fett schwinden auch die stickstoffhaltigen Körperbestandtheile ebenso, wie wenn jenes nicht dagewesen wäre. Gemästete Thiere, wenn Hunger leidend, geben größeren Verlust an Stoffen als magere. Jüngere Thiere verlieren auch im Verhältniß zum Körpergewicht mehr als ältere, d. h. rascher und ertragen den Gewichtsverlust schwerer, d. h. sterben früher, als ältere.

Am rascheſten verschwindet das Fett, dann die eiweißartigen Organtheile, am wenigsten verlieren Nerven und Gehirn.

Starke Bewegung, anstrengende Arbeit, wie Zugkraft, Schreien, Unruhe, Schwitzen, Leidenschaft u. a. verursachen gleichfalls einen stärkeren Stoffumsatz, stärkeren Verlust, sie erheischen größere Zufuhr, weßhalb zuletzt die Freßlust sich steigert.

In kalter, reiner, dünner Luft kehrt die Freßlust rascher wieder, als in warmer, feuchter, dicker Luft. Im Winter ist sie größer als im Sommer, in nördlichen Ländern größer als in

südlichen. Man nimmt an, daß in der Kälte die Ausscheidungen rascher erfolgen, namentlich an Kohlensäure und Harnstoff.

Auch je nach der Gewohnheit steigert sich die Freßlust zu der Zeit, an welcher sie regelmäßig befriedigt wurde.

Die Freßlust kann durch gewisse Stoffe (narkotische Gifte) gleichsam gelähmt werden, ebenso durch Ueberfüllung des Magens mit wenig oder nichtsnährenden Substanzen, so wie sie thätig bleiben kann bei vollkommener Sättigung, aber zu geringen Volumen der Nährstoffe, welche das Gefühl des leeren Magens fort erhalten.

Die Sauflust wird durch alles, was Ausscheidung von Wasser durch Haut, Lungen und Nieren befördert, also starke Bewegung, Rennen, Zugkraft, Leidenschaft, durch Wasserverlust mit der Milch, durch Schreien vermehrt. Trockene Speisen und Wärme wirken ebenso. Gewohnheit und gewisse Reize sind von großem Einfluß. Träge, lymphatische Temperamente regen seltener als lebhafte und empfindliche zum Saufen an.

§. 23.

Von den Nahrungsmitteln im Allgemeinen.

Nur unorganische Stoffe, sagten wir in der Lehre von der Pflanzennahrung, nähren die Pflanze und Wasser, Kohlensäure, Ammoniak nebst den oft genannten Salzen seyen die Grundlagen der pflanzlichen Stoffbildung.

Auch für den Thierkörper brauchen wir Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff und Salze, aber der Thierkörper kann nichts von diesen aus der Luft nehmen. Wasser und Salze gehen in ihn ein, wie in die Pflanzen, sie durchdringen die Zellen der Darmzoten oder der Häute, gerade wie durch die Zellen der Saugwurzeln und der Oberhaut, aber Kohlenstoff und Stickstoff nimmt der Thierkörper nur in organischer Verbindung auf, in Form von Stärke, Gummi, Zucker, Fett, als Kleber, Eiweiß, Legumin, Käsestoff und Faserstoff. Also Wasser und Salze, unorganische Verbindungen und Kohlenstoff (ohne Stickstoff und mit solchem) haltende organische Verbindungen sind Gegenstand der Betrachtung.

§. 24.

Das Wasser.

Das Wasser als allgemeines Lösungsmittel ist unentbehrlich allem Leben. Eingetrocknete oder von Eis umstarrte Infusorien

mögen erwärmt und befeuchtet wieder zum Leben erwachen, aber vorher sind sie mindestens scheintodt.

Der thierische Organismus enthält so viel Wasser, daß z. B. ein 850 Pfd. schweres Pferd davon 599 Pfd. oder über zwei Drittheile seines Gewichtes enthält (Valentin).

Nach Messungen verhielt sich die Menge des gelassenen Harnes bei einem Pferde zu den Exkrementen im Durchschnitt wie 1 : 3,5. Aber letztere enthielten 92 Procent Flüssigkeit. Durch den Koth wird fast dreimal so viel Wasser ausgeschieden, als durch den Urin beim Pferde.

Aber durch Haut und Lunge geht fast eben so viel Flüssigkeit aus dem Körper, als durch Urin und Auswürfe. Man nimmt an, daß durch letztere beide $^3/_5$, durch erstere $^2/_5$ des aufgenommenen Wassers wieder entfernt werde. Letzteres betrug $^1/_{14}$ des mittleren Körpergewichts.

Ein Pferd nimmt täglich den neunten bis zehnten Theil Wasser von dem seines Körpergewichtes ein, also in 9—10 Tagen so viel, als es im ganzen Organismus hat, d. h. $^2/_3$ seines Gesammtgewichtes.

Die Landwirthe geben an, daß dem Pferde erfahrungsgemäß 3—3$^1/_2$mal so viel Wasser, als trockene Nahrungsmittel gebührten, dem Schweine 7—8, dem Rinde 4—5, dem Schafe 2$^1/_2$—3mal so viel. Schon Weckherlin bemerkte, daß der Grad der Trockenheit der Nahrungsmittel sonst schwer zu bestimmen, der Bedarf der Thiere je nach Temperatur des Ortes, ihrer Bewegung, Benützungsart, selbst ihrer Temperamente, der Gewohnheit u. A. äußerst wechselnd sey. Wird Gras für Pferd, Rind und Schaf als naturgemäße Nahrung angesehen, so ist viermal so viel Wasser als Trockensubstanz (das Gras enthält 80 Procent Wasser im Durchschnitt) normales Verhältniß und Rinder und Pferde gehen dabei noch immer zur Tränke. Den Schafen aber genügt oft dieser Feuchtigkeitszustand vollkommen. Erhielten sie vollkommen trockenes Gras, also Heu, so müssen sie auf einen Theil vier Theile Wasser erhalten, das Rind vollkommen, etwas weniger das Pferd und noch weniger das Schaf. Erhalten sie aber Schlempe, die 90—95 Procent Wasser enthält, dann muß Trockensubstanz zugesetzt werden, um die nachtheiligen Einflüsse zu mindern. Die Gewohnheit kann indessen hier große Abweichungen erzeugen und eine Melkkuh z. B. läßt sich allmählig

so gut zur Säuferin machen, wie Pferde und Hunde an den Genuß von Spirituosen zu gewöhnen sind.

Das normale Nahrungsmittel junger Thiere, die Milch, enthält übrigens über 85 — 87 Procent Wasser, bei der Eselin sogar 91,65.

Die Bestandtheile des Wassers sind allgemein bekannt und der Antheil, den dieselben, zunächst bei der Aufnahme von Wasserstoff allein oder von ihm selbst in den Umsätzen von Stärkemehl, Dextrin und Zucker ausüben, mehr als wahrscheinlich. Das Wasser kommt indessen in der Natur nicht im chemisch reinen Zustande vor. Man unterscheidet dann reine und unreine, harte und weiche Wasser.

Sie werden unrein durch denselben beigemischte, organische und unorganische Substanzen. Eine nicht geringe Zahl von infusoriellen Thier- und Pflanzenbildungen lebt für gewöhnlich im Wasser und wird ohne Schaden oft mit verschlungen. So lange diese organischen Wesen im Wasser leben, erhalten sie sogar das Wasser eher im guten Zustande, bewahren es vor Fäulniß. Sie gedeihen oft gar nicht in faulem Wasser. Wenn aber organische Theile im Wasser faulen, dann muß es zum Genuß nicht mehr verbraucht werden. Solche Wasser sind dann bestimmt unrein und das Abdampfen derselben zur Untersuchung des Rückstandes kann auch leicht die Ursache zeigen.

Außerdem enthalten alle Wasser noch Gase, wie atmosphärische Luft und Kohlensäure, welche normale Bestandtheile sind, insbesondere der Quellen. Die Kohlensäure neben Kälte erfrischt insbesondere, ist aber nicht die Ursache des Durstlöschens, wie oft fälschlich gehört wird. Wie wenig Durst müßten dann Biertrinker haben und wie bald würden Säuglinge verdursten!

Daß die Luft des Wassers reicher an Sauerstoff ist als die atmosphärische, ihre Quelle, ist bekannt.

Gase, von Zersetzung faulender organischer Substanzen herrührend (Sumpfgas), verschlechtern das Wasser gewaltig. Viel weniger die im Wasser gelösten Salze, seltener alkalische, häufiger Erdsalze und Chloride. Je nach der größeren oder geringeren Menge der schwerer löslichen Erdsalze im Wasser wird es hartes oder weiches Wasser genannt. Die gewöhnlichen Bestandtheile aller Pflanzenaschen sind auch jene des Wassers, begreiflich in viel geringerer Menge (siehe oben) und es ist nicht zu vergessen,

daß, wie wir bald genauer sehen werden, die Thiere nicht geringe Mengen der Mineralsubstanzen ihrer Organe durch das Wasser erhalten.

Das Regenwasser ist verhältnißmäßig reich an Gasen, arm an Mineralsalzen. Die Luft, die es enthält, ist reicher an Sauerstoff als die atmosphärische, der Gehalt darin wird zwischen 31 bis 40 Procent angegeben. Ebenso ist es reich an Kohlensäure. Auch Ammoniak enthält es, wie schon früher gezeigt wurde, noch mehr das Schneewasser, und endlich selbst Nitrate.

Die Chlorüre und Salze wurden von Brandes im Regenwasser auf etwa zwei pro Mille geschätzt.

Auch das Schneewasser enthält Salze und bei erstmalgefallenem Schnee sogar beträchtlich. Dasselbe löscht bekanntlich frisch das Gefühl des Durstes nicht, es muß längere Zeit gestanden und eine höhere Temperatur angenommen haben, ehe man es dazu brauchen kann.

Quellwasser ist noch reicher an Luft (oft 4 Procent) und in dieser durchschnittlich 60 Kohlensäure, 28 Stickstoff, 12 Sauerstoff in Procenten. Verschiedene Flußwasser enthalten zwischen 220 bis 455 Cubikcentimeter Luft in 10 Litern Wasser (Sainte-Claire-Deville), in welcher fast die Hälfte weniger Kohlensäure, als in der Luft der Quellen, dafür aber mehr Sauerstoff war.

Am meisten Erdsalze haben in der Regel die Brunnenwasser gelöst, sie lösen daher organische Substanzen weniger, vereinigen sich mit dem Hülsenstoff der Hülsenfrüchte zu unlöslichen Verbindungen, sind dem Flußwasser gegenüber harte Wasser. Ihr Luftgehalt ist dem der Quellen ziemlich gleich, aber der Sauerstoffgehalt geringer.

§. 25.

Die unorganischen Nahrungsmittel.

Diese Reihe von Nahrungsmitteln spielt im Thierreiche zwar eine gegenüber ihrer Bedeutung im Pflanzenreiche nur geringe Rolle, aber ohne phosphorsauren Kalk kann kein Knochengerüst gebildet werden, ohne Eisen kein Blutroth seyn und Thiere sterben, wenn ihnen aus sonst normaler Nahrung alles Kochsalz entfernt wird. Die Perlenmuschel lebt in Bächen des Urgebirges, die fast frei von Kalk sind, aber es muß doch so viel Kalk im Wasser seyn, daß sie

ihre Schale bilden kann und sie geht zu Grunde in kalkreichen Wassern.

Die unorganischen Nahrungsmittel sind also absolut nothwendig für den Organismus, ihre Bedeutung den Geweben gegenüber ist aber nicht minder schwierig zu erklären, als beim Pflanzenreich. Sie „vermitteln," so sagt man, die Thätigkeit der stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nährstoffe.

Wieder begegnen uns hier dieselben unverbrennlichen oder Aschenbestandtheile, die uns in der Lehre von der Pflanzennahrung so sehr beschäftigten. Es sind wieder die zwei Alkalien und die alkalischen Erden, dann Kieselsäure, Kohlensäure, vorzüglich aber Phosphorsäure, Chlor und Eisen.

Alle finden sich im Blute, als dem Herde aller Stoffbildung, und die Analytiker haben gezeigt, daß die Blutasche der Asche der Nahrungsmittel sehr ähnlich sey. Schaf- und Ochsenblut haben fast gleichviel Phosphorsäure und Alkalien wie Rüben und Kartoffel, das Fleisch wie Erbsen und Roggen.

§. 26.

Kochsalz.

Die Thiere erhalten künstlich gegeben als mineralische Nährstoffe in der Regel nur Kochsalz (Chlornatrium). Ob es ein Nährstoff ist, wäre noch mehr als von anderen Mineralsubstanzen zu bezweifeln, da es im Blute in zwar sehr bedeutender, aber gleicher, von dem Kochsalz der Nahrung unabhängigen Menge vorhanden ist (Liebig). In den Muskelflüssigkeiten ist Chlor, aber an Kali gebunden, in dem Magensafte ist freie Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) und die Gegenwart dieser Säure und selbst des Kochsalzes fördert die Lösung stickstoffhaltiger Nährstoffe bei der künstlichen Verdauung, aber nur in einer gewissen Menge. Salzsäure löst den phosphorsauren Kalk der Muskelfasern, sie löst den phosphorsauren Kalk von der Gallerte der Knochen, mit welcher er verbunden ist.

Reich an Kochsalz ist verhältnißmäßig das Blut als Nahrung, grüne junge Pflanzentheile folgen, Blätter, Knospen, Triebe, Wurzeln und Knollen, Gras, Gemüse, viel weniger enthalten Samen.

Die Thiere erhalten, wenn natürlich gefüttert, Kochsalz genug in den Futterstoffen, dennoch wird ein Mehr davon auch von

wildweidenden Heerden gesucht, wie man in Steppen und in Meeresniederungen sich überzeugen kann. Sie saufen begierig alte Urine, ihres Reichthums an Salzen überhaupt wegen, und Rinder lecken mit Vorliebe den Harn der Menschen und selbst Jauchen. Hühner ziehen Jauchen sehr oft reinem Wasser als Getränke vor.

Nach Kutschera kann man großem Hornvieh nicht viel mehr als 4—5 Loth Kochsalz täglich geben. Bei 15 Loth per Tag trat auch bei Mastvieh Durchfall ein.

Nach Richter erzeugten 100 Pfund Futter ohne Salz 1 Pfund lebenden Gewichts in 62 Tagen mehr als mit Salz. Aber 4 Loth Salz per Tag gaben mehr Milch, als Futter ohne Salz. Darüber nahm die Milchergiebigkeit wieder ab.

Bei einer Gabe von 4 Loth per Tag würde man im Jahre 45 Pfund Salz brauchen, und diese Gabe fand man noch zuträglich. Sonst ist man mit der Hälfte per Jahr sehr zufrieden, also $22\frac{1}{2}$ Pfund, und das königl. Landesökonomiecollegium in Preußen beantragte auch neuerlich 25 Pfund per Jahr für 1 Stück Großvieh und 3 Pfund für das Stück Kleinvieh (Schaf). Es gibt Salzlecken für Tauben, Schafe, Hirsche, Rehe, Rinder.

Wo grüne Futterstoffe verkleinert mit etwas Salz versetzt einer langsamen Gährung unterworfen und dann allmählig verfüttert werden, ist der Genuß von Kochsalz von Seite der Thiere ein sehr starker.

Da die Vortheile von Salzgaben bei Hausthieren unzweifelhaft sind, hat man auch allenthalben dafür gesorgt, das Kochsalz den Landwirthen leicht und wohlfeil zu verschaffen.

Es entstanden so die verschiedenen Sorten von Viehsalz, dessen Werth begreiflich im Gehalte an Kochsalz besteht. Je größer dieser, je weniger die geringen fremden Beimischungen, — um so besser ist das Viehsalz.

Ruß, Thonpulver, Wermuth ꝛc. werden beigesetzt, um der fiskalischen Vortheile wegen die Menschen vom Genuß des zum Vortheil ihrer Thiere bestimmten und im Preise ermäßigten Gewürzes abzuhalten.

Auch das schönste Kochsalz ist indessen immer noch mit etwas Chlorkalk, Chlormagnesium und schwefelsauren Verbindungen verunreinigt, — das Viehsalz vorzüglich mit Chlorkalk und Gyps.

Bayerisches Viehsalz vom Jahre 1856 enthielt:

Eisenoxyd	1,03
kohlensauren Kalk	1,15
schwefelsauren Kalk	1,49
Chlormagnesium	0,55
schwefelsaures Natron	1,04
Chlornatrium	82,11
organische Materie	0,83
Wasser	2,88
Kieselsäure und Bergart	5,53
	96,61

Wenn Thiere unmittelbar Mineralstoffe verzehren, so geschieht es aus besonderen Nebenursachen.

Das wühlende Schwein verschlingt nur unabsichtlich Erde, überdieß befinden sich in dem Schlamme zahllose Infusorien, welche es auch bei den schlammfressenden Fischen zweifelhaft machen, ob es unter ihnen viele Pflanzenfresser gibt.

Wir haben bei sehr zahlreichen Oeffnungen von Fischen, die, wie man sich ausdrückt, vom Schlamm oder verfaulten Pflanzentheilen leben, vorzüglich nur thierische Körper, Larven, Wasserinsekten, Bacillarien und Diatomeen rc. gefunden.

Hühner fressen Steinchen, die sich im Magen unverdaut wieder finden.

Die Pflanzenfresser erhalten mit den Pflanzen viele schwefelsaure Alkalien, noch mehr pflanzensaure (Apfel-Citronen-Weinsäure), welche letztere sich bekanntlich im Thierorganismus ähnlich wie beim Einäschern in Kohlensäure umsetzen.

Die Phosphorsäure geht in die Samen vorzüglich ein, vorwaltend an Bittererde gebunden.

Auch die Erden kommen als schwefelsaure und pflanzensaure Kalk- und Bittererdeverbindungen in den Thierorganismus.

§. 27.

Organische Nahrungsstoffe.

A. Stickstofffreie. Um sich das Vorhandenseyn nährender Stoffe in den Pflanzen klar vorstellen zu können, müssen wir früher erwähnte pflanzenanatomische Verhältnisse ins Gedächtniß zurückrufen.

Die hauptsächliche Nahrung unserer pflanzenfressenden Hausthiere bilden in natürlichem Zustande die grünen Pflanzentheile, Blätter und Halme, seltener Früchte und Samen, keine Wurzeln und Stämme. Die grünen Pflanzentheile sind daher vor allem zu betonen, und in unseren Zonen ist gerade jene Grünstoffentwicklung in geselliglebenden Pflanzen, in Wiese und Wald, — als Gräser und Laubholz — eine Wurzel des Nationalreichthums, der Viehzucht im Allgemeinen.

Aber Gras, Klee, Laubwerk — alles besteht aus Zellen, die Zellen selbst aus einem in Wasser unlöslichen Stoff, dem Zellstoff, der andere gelöste, sonst lösliche aber nun nicht gelöste — und endlich ganz ungelöste Stoffe einschließt.

In der Zellwand schon lagern sich beständig Stoffe an und durchdringen sie, welche dem Verhalten nach Uebergänge von Pektin, Gummi und Stärkmehl zum Zellstoff bilden. Innerhalb derselben liegen zahllose grüngefärbte Kügelchen oder formlose Massen, von Grünstoff verdecktes Satzmehl, auch freies Stärkmehl, oft selbst Krystalle von Kalk ꝛc. oder von Zucker, oder Kugeln von Oel oder Fett, auch Schleim, endlich fehlt in den jüngeren Theilen nie ein häutiges, die Zellflüssigkeit gleichsam organisch bindendes Gebilde, der stickstoffhaltige Schlauch mit Zellkernen.

Betrachten wir den Zellstoff und die Stoffe des Zellinhaltes genauer.

Der stärkste Eichbaum hat am Ende aus Zellstoff sein Skelet so gut errichtet wie die Weißrübe oder die Aprikose, und doch wie hart widersteht jener mechanischen und chemischen Einwirkungen, dem brausenden Sturm wie der Gährung und Fäulniß im Wasser.

Der Zellstoff der Cedern am Libanon wie der Oelbäume in den Villen altrömischer Dichter ist tausende von Jahren unverändert geblieben, unsere Linden zeigen, soweit sie nicht hohl sind, immer ein beachtenswerthes Alter, — was erst Adansonien und andere Kolosse, welche Erinnerung an auffallendere Erdbildungsepochen der Urzeit tragen können. Der Zellstoff des Mumienhemdes hat gleichfalls Jahrtausende überdauert.

Der Zellstoff ist dem Stärkmehl gleich zusammengesetzt, in Wasser und Säuren unlöslich, doch wird er von stärkeren Säuren bei längerer Einwirkung auch in Röstgummi und endlich Zucker

umgewandelt. Selbst Alkalien lösen kleine Mengen davon auf, zunächst wohl nur die die Zellen verkittende, die zwischen sie ergossene Substanz, wie man beim Kochen langgestreckten Zellgewebes, z. B. der Baste von Lein, Hanf, Nesseln ꝛc. leicht beobachten kann. Diese verkittende Substanz ist aber ebenso wie die verkrustende in jungen Zellen noch nicht vorhanden. Um so leichter sind diese selbst den zersetzenden Einflüssen zugänglich, viel schwerer, wenn sie älter, verkrustet von innen und außen sind. Dann werden nur mehr diese Stoffe selbst leichter, die Zellen schwerer angegriffen.

Des Zellstoffes ist so viel in der Nahrung der Pflanzenfresser (Heu, Grumet, Stroh), daß die Frage von seiner Ernährungsfähigkeit uns beschäftigen muß. In den Kleearten wechselt die „Holzfaser" zwischen 18—35 Procent des Trockengewichtes (Way), bei den Gräsern zwischen 19—39 Procent. Viel höher stellt sich der Gehalt an roher „Holzfaser" selbst bei Rübenblättern und Wicken nach Völker.

Der letztere gibt von der Wicke 57 Procent Holzfaser, Wolf 26 Procent Trockengewicht an. Dergleichen Bestandtheile wechseln noch mehr, als selbst die Aschenbestandtheile.

Das Stärkmehl ist eine an Arten noch reichere Gattung von Kohlehydraten, unlöslich im kalten Wasser, aufquellend und selbst etwas löslich in heißem Wasser (schon bei 72°), mit Jod zu färben, sonst geschmacklos.

Die bekannteste Art, das Stärkmehl der Kartoffeln, Rüben, Getreidesamen bildet mit heißem Wasser Kleister und färbt sich mit Jod blau, ist in concentrischen Schichten gelagert, leicht in Röstgummi und Zucker umzuwandeln.

Eine andere Art quillt mit heißem Wasser nur zu einer Gallerte auf, mit Jod sich gelb färbend und in den Flechten vorkommend (Moosstärke). Man gibt die Carraghenflechte als Viehfutter, wie das Rennthier sich isländisches Moos und andere Flechten sucht. Eine dritte ist häufig in Wurzeln und Knollen der zusammengesetztblühenden Pflanzen, in den Knollen der Georginen, der Wurzel des Löwenzahns, der Schwarzwurzel ꝛc. — bildet keinen Kleister mit heißem Wasser und wird von Jod nur gelb gefärbt, — Eigenschaften, die es mit der vierten und häufigsten aller Arten, dem Satzmehl der grünen Pflanzentheile, gemein hat. Diese kaum noch anerkannte Art ist für uns die wichtigste, weil in größten Massen

zum Futter kommend. Sie läßt sich aus fast allen grünen Pflanzentheilen auswaschen, sinkt dann zu Boden, gibt an Alkohol den Farbstoff und Fett, an Aether bloß das letztere ab und bleibt als ein grauweißes Pulver zurück, — verschwindet bei der Verdauung.

Eine stärkmehlartige Faser, namentlich in den Kartoffeln, gibt es nach unseren Untersuchungen nicht. Das so bezeichnete ist reiner Zellstoff, nur aber etwas schwierig rein darstellbar.

Die Samen der Getreidearten enthalten etwas über 60 Proc. Stärkmehl, die der Hülsenfrüchte über 37 bis 50 Procent, das Maismehl an 78, der Reis 86, die Kartoffeln — getrocknet — über 70 Procent Stärkmehl.

Der Zucker ist im Wasser löslich, der Gährung fähig, von süßem Geschmacke und niemals organisirt vorhanden, wie dieß doch bei der Stärke und dem Zellstoff der Fall ist.

Aber wie es leicht ist, verschiedene Kohlehydrate in Zucker überzuführen, den Zucker selbst wieder in Schleimsäure, Milchsäure und flüchtige Fettsäuren, so sind auch die Arten desselben im Pflanzenreiche, namentlich in den grünen Pflanzentheilen sehr zahlreich. Die Uebergangsstufe des Zuckers ist eine Gummiart, das Röstgummi oder Dextrin — und überall, wo man es mit diesem zu thun hat, ist man dem Zucker auf der Spur. Untersuchungen werden lehren, ob jenes sich bei der Verdauung diesem ähnlich verhält.

Die erste Art desselben, Rohrzucker, ist häufig im Zuckerrohr, den Maisstengeln, den Runkelrüben, dem Ahorn ꝛc. und wird durch Säuren leicht in Traubenzucker, als welcher er nur gährungsfähig ist, umgewandelt, vielleicht schon in den Pflanzen.

Die zweite Art dieser Gattung, Traubenzucker, auch Honigzucker, Stärkezucker und Krümmelzucker genannt, findet sich in den meisten süßen Früchten. (14,78 Procent im Durchschnitt, wird bis zu 100^{0} längere Zeit erhitzt zum unkrystallisirbaren Fruchtzucker, sofort gährungsfähig.) In diese Art wird Stärkmehl bei der Bier- und Branntweinfabrikation künstlich umgewandelt.

Eine große Rolle bei Ernährung der Säuglinge spielt eine dritte Art, der Milchzucker, der fast schwerlöslich in Wasser (1 Theil auf 6 Theile kalten Wassers) und wenig süßend, sonst krystallisirend, sich bei Gegenwart von Käsestoff allmählig in Milchsäure und

Buttersäure umsetzt. Er ist nur langsam der geistigen Gebährung fähig (Branntwein aus Pferdemilch bei den Tartaren — Kumiß).[1]

Daß sich bei keimenden, vielleicht auch bloß in der Wärme erweichten Samen Milchzucker bilde, ist ebenso wichtig für die Ernährungsfähigkeit solcher Substanzen, als die häufige Bildung von Milchsäure bei Zubereitung von Nahrungsmitteln, z. B. das Einsäuren grüner Futterpflanzen, des Klees, der Rüben 2c.

Die zahlreichsten Arten bietet aber unter allen stickstofffreien Nährstoffen die Gattung Gummi, wozu wir das Röstgummi (Dextrin) und die im Wasser nicht löslichen, sondern nur aufquellende Schleime rechnen. Nicht organisirt, in Alkohol und Aether unlöslich, sind sie in allen Pflanzentheilen vorhanden, aber von Pektin- und Proteinkörpern, von Salzen und Zuckerarten oft schwer zu trennen, oft in Zellstoff übergehend. An ihnen hängen Basen und Salze ganz vorzugsweise, auch Harze und Oele.

Jedermann kennt das Gummi unserer Kirsch- und Pflaumenbäume, den Schleim der Eibischwurzeln und Blätter, der Orchisknollen, wo er in Stärke überzugehen scheint, wie Kartoffelstärke im kalten Wasser allmählig Schleim wird.

Die nächsten Verwandten des Schleimes und des Gummi sind die stickstofffreien Dicksäfte oder Pektinkörper, welche, durch größeren Sauerstoffgehalt ausgezeichnet, gleichfalls in Wasser und Alkohol unlöslich, aber mit Wasser Gallerte bildend, in den Wurzeln und Früchten vieler Pflanzen sich finden. Möhren, Runkeln und Weißrüben, Aepfel und Birnen sind reich daran. Aber der Stoff ist sehr leicht veränderlich.

In den Fruchtgelees (sog. „Kraut" im gröberen Zustande) ist Pektinsäure mit Zucker und anderen organischen Säuren z. B. Aepfelsäure gemischt.

Der Pflanzenschleim als Gummiart (Tragant, Bassorin) geht in Pektin über oder umgekehrt.

Die Fette haben als Bestandtheile der Pflanzen neuerlich mehr Beachtung als früher gefunden. Es gibt keine Pflanzen, die nicht solche, freilich mehr wachsartig, enthielten. So in allen grünen Pflanzentheilen, wo das Fettwachs nebst dem Farbstoff das Satzmehl

[1] Jedoch gewiß unter Zuckerzusatz, — vielleicht von Honig, denn uns gelang bei wiederholten Versuchen niemals aus gährender Stutenmilch ein erwähnenswerth alkoholhaltiges Getränk zu gewinnen.

überzieht. So auf den Blättern als blauer Reif, in den verschieden gefärbten Pilzen und Flechten, oft als Ausscheidung in großen Massen bis zur gewerblichen Benützung.

Noch mehr findet es sich in den Samenlappen einiger Pflanzen wie bei dem Reps, Leindotter, dem Mohn, den Sonnenblumen, dem Sesam, dem Lein und Hanf, den Nüssen, der Pistazie, auch in dem Fruchtfleische wie bei den Oliven und mehreren Palmen.

In welchen Verbindungen die Fette in den Pflanzen vorkommen, ist noch nicht hinlänglich ermittelt. Durch den Streit, ob bloß aus dem Fett der Nahrungsmittel wieder Fett im Thierkörper entsteht oder ob auch durch Umwandlung der Kohlehydrate oder letzterer allein, ist der Fettgehalt derselben vielfach ermittelt worden.

14 Weizensorten enthielten:

Fett zwischen 1,0—1,9 Procent wechselnd.

Das meiste Fett enthielt polnischer, spanischer und Taganroger Weizen.

Oelkuchen (von Lein) enthielten nach Way zwischen 7—16 Oel.

Erbsen enthielten getrocknet zwischen 1,19—1,85 in 100 Theilen
Bohnen „ „ „ 1,29—2,05 „ 100 „

Die Gräser bei 212° F. getrocknet, enthielten nach Way im Durchschnitt vier Procent; die Kleearten etwas darüber.

Eine andere Reihe stickstoffloser Verbindungen geht mit den Nahrungsmitteln der Pflanzenfresser ein, es sind die seltner frei, häufig aber als saure Salze, noch öfter als Neutralsalze in den Pflanzen vorhandenen organischen Säuren, Weinsteinsäure, Kleesäure, Aepfelsäure, Citronensäure vor allen. Der Kartoffelsaft reagirt sauer, von den sauren Salzen desselben. Ihre große Menge bewirkt hier, wie bei der Fütterung des Krautes, leicht Diarrhöen.

Die Kleesäure fehlt wohl keiner Pflanze, sie soll ja das Mittelglied zum Uebergang der Kohlensäure in die weiteren Kohlehydrate des Pflanzenkörpers seyn.

Der kleesaure Kalk krystallisirt sogar oft in Pflanzentheilen.

Die Aepfelsäure findet sich gleichfalls in sehr vielen Pflanzen, wenn auch in Abarten, doch am häufigsten in Früchten, am wenigsten gesättigt mit Basen in den sauren, z. B. Schlehen, Vogelbeeren, Stachelbeeren, Berberitzen 2c. Neben ihr finden sich dann noch oft die anderen, Citronen- und Weinsäure.

Eine für die künstliche Ernährung der Hausthiere wichtige Säure ist noch die Milchsäure und Essigsäure.

Die Milchsäure stellt im reinen Zustande einen farb- und geruchlosen, scharfsauren Syrup dar, der an der Luft Wasser anzieht, sich mit Wasser in allen Verhältnissen mischt und bei 24° noch nicht fest wird.

Sie entsteht aus dem Milchzucker bei Gegenwart von Käsestoff und macht auch Milch sauer (Milchsäuregährung); sie entsteht im Labmagen der Kälber, sie löst phosphorsauren Kalk leicht auf und und verwandelt sich leicht in flüchtige Buttersäure.

Es war uns auffallend, daß die kleinen Steine im Magen selbst junger Tauben, dann der Hühner, nicht mit Säuren brausten, obgleich das häufige Gestein auf den umliegenden Flächen (München) fast überall kohlensaurer Kalk war.

Die im Magen und den Auswürfen befindlichen Steinchen sind meistens Kieselsteine, die mit den Exkrementen entleerten allemal.

Da nun diesen Thieren nicht die Möglichkeit der Auswahl zugetraut werden kann, so ist anzunehmen, daß die Kieselverbindung eben allein zurückblieb, die übrigen in den Magensäuren aber zersetzt wurden.

Ich gab einem Truthahn gewogene und gezählte Stückchen von hartem Wasserglas, welche so scharf waren, daß sie die Haut sehr leicht zerschnitten. Der nach drei Tagen getödtete Puter hatte die volle Zahl der Steinchen noch im Magen, bei jedoch nur schwach vermindertem Gewichte, aber entschieden stumpfen Kanten und Spitzen. Der als Nahrung gegebene Haber war viel besser in seinen Spelzen zermalmt, als sonst der Fall ist.

Einem anderen Puter wurden Stückchen des Phosphorites von Amberg in den Kropf gebracht. Nach der Tödtung (nach drei Tagen) fanden sie sich unverändert im Magen wieder, keines in den Auswürfen.

Die Hühner geben, eingesperrt, nur sehr langsam die mit aufgenommenen Steinchen wieder von sich.

Die Essigsäure ist begreiflich in der alten Schlempe noch häufiger, da sie aus den Alkoholresten entsteht; zuckerhaltige Substanzen, vergohren, liefern zuerst Alkohol, dann Essigsäure. Oft ist der Verlauf sehr allmählig, die Menge des Alkohols sehr gering, und das Vorhandenseyn dieser Säuren wird ganz übersehen. Es ist

aber für die Ernährung sehr wichtig, von ihrer Menge Kenntniß zu haben.

§. 28.

Die stickstoffhaltigen, einfachen, organischen Nahrungsstoffe.

Die Jungen unserer Haussäugethiere genießen, so lange sie saugen, Milch, die sich durch den stickstoffhaltigen Käsestoff auszeichnet, sie bekommen Mehltränke, in welchen der stickstoffhaltige Kleber besonders bemerkenswerth ist. Der Saft der Kartoffeln, Rüben, Möhren, ja der Saft aller Pflanzen, wenn er der Siedhitze ausgesetzt wird, läßt durch Gerinnen einen Stoff ausfallen, der stickstoffhaltiges Eiweiß ist.

Käsestoff, Kleber, Eiweiß sind die stickstoffhaltigen Bestandtheile, wie sie der Reihe nach dem Jungen eines pflanzenfressenden Säugethieres geboten werden, und zwar immer weniger im Verhältniß zu seinem Alter. Nur sey erwähnt, daß in der dicken ersten Milch des ersten Säugens das Junge (z. B. Kalb) seine stickstoffhaltige Substanz mehr als Eiweiß und Vitellin (Dotterstoff) zu sich nimmt, ganz wie das Hühnchen im Ei.

Die einfachste Beobachtung zeigt, daß Faserstoff und Eiweiß im Blute, sie und ihre Abkömmlinge in allen Flüssigkeiten, dem Fleisch, den Häuten, den drüsenartigen Gebilden u. s. w. im Körper als feste Bestandtheile vorherrschen; sie sind die Massenbilder ganz vorzugsweise. Aehnliches gilt vom Käsestoff in der Milch.

Diesen drei Hauptstoffen des Thierkörpers entsprechen drei ähnliche in der Pflanze: Pflanzeneiweiß, der Kleber- oder Pflanzenfaserstoff, das Legumin oder der Hülsenstoff, auch Pflanzenkasein genannt. Sie sind jenem sehr ähnlich und Alles spricht dafür, daß sie durch Verdauung und Aneignung in jene umgewandelt werden.

Diese einfachen, stickstoffhaltigen, organischen Nahrungsstoffe heißen in der Chemie allgemein Proteinkörper, und enthalten neben durchschnittlich 14—15 Proc. Stickstoff noch Schwefel und Phosphor.

Sie sind in den Pflanzenzellen gelöst oder vorzüglich in dem stickstoffhaltigen Protoplasma und Primordialschlauch als fertige Hülle und als Zellkern, endlich als gestaltlose Massen (Kleber in den Samen) vorhanden, im Thierkörper häufiger schon organisirt. Alle kommen in zwei Abarten, gelöst und ungelöst, vor, sie sind vorwaltend von Phosphaten begleitet, löslich in Alkalien und

alkalischen Flüssigkeiten, werden gelb gefärbt von Salpetersäure, violettblau von concentrirter Salzsäure, dunkelgelb von Jod, sind fällbar aus Lösungen durch viele schwere Metalloxyde und Metallsalze (daher das Eiweiß oft ein Gegengift); vorzüglich durch rothes und gelbes Blutlaugensalz. Sie unterscheiden sich unter sich dadurch, daß Eiweiß nicht für sich, sondern erst bei einer Wärme von 60—75° R. bis zur Siedhitze, der Faserstoff des Blutes schon außer dem Körper an der Luft von selbst und der Käsestoff durch Lab gerinnt. Der letztere bildet beim Sieden der Milch an der Luft obenauf ein Häutchen, wie jedermann weiß, der einmal siedende Milch beobachtete.

D. Das Futter.

§. 1.

Futter und Dünger.

Es ist nichts wichtiger für den Landwirth, als das Futter und den Dünger recht zu verstehen; denn beide sind der Hebel, mit dem er seine Aufgabe hebt, mit denen er Fleisch, Fett, Milch und Zugkraft oder Mehl, Zucker, Eiweiß — kurz organische Substanz erzeugt, mit denen er „producirt."

Das Futter der Pflanzenfresser sind Pflanzen; aber es gibt auch künstliches Futter, z. B. Schlempe, Oelkuchen, Molken; das Futter der Pflanzen selbst sind Bestandtheile der Erde und Luft. — Wenn man dieses ihr Futter künstlich vermehrt, düngt man; es gibt natürlichen und künstlichen Dünger, wie die Exkremente der Thiere oder Asche, Gyps, Knochenerde u. dergl. Man ist so sehr gewohnt, den Mist als Dünger anzusehen, daß man ihn für einen ganz natürlichen, nicht künstlichen Dünger anzusehen gewohnt ist. Und doch bestanden und bestehen Pflanzen in üppigster Entwicklung ohne Exkremente von Thieren! Aber Thiere können von Natur aus nicht ohne Pflanzen bestehen — die Fleischfresser brauchen selbst wieder Thiere. Unvermerkt sind wir in Vergleiche zwischen Pflanzennahrung und Thierfutter gekommen und wir halten dieß auch für keinen Nachtheil, wenn nur nichts weiter als Thatsachen neben einander gestellt und keine Schlüsse daraus gezogen werden, welche von diesen Thatsachen noch nicht bewiesen sind. Dasselbe Salz

wird von Thieren und Pflanzen verschieden verwendet und ab- oder ausgeschieden und verschiedene Organe vermitteln seinen Einfluß. Der Salpeter stört die Stoffbildung bei Thieren, Pflanzen ernährt er und trägt jedenfalls zur Ernährung bei. Das Kochsalz hilft bei Thieren wie bei Pflanzen schwer verdauliche Stoffe verdaulicher, löslicher machen, aber bei den Ersteren innerhalb des Organismus, bei letzteren schon außerhalb desselben.

Die Thiernahrung enthält schon in den genossenen Pflanzensäften sehr dichte Salzlösungen, z. B. in Rüben und Knollen, in den Gemüsen und Gräsern und doch sind diese Salze selbst nur von sehr untergeordnetem Werthe als Nährstoffe für sie! Der Thierleib kann zwar die Salze nicht entbehren, nicht ohne phosphorsaure, schwefelsaure, kohlensaure Salze u. s. w. sich aufbauen und erhalten, aber seine Hauptnahrung ist organischer Stoff.

Unsere Hausthiere bauen zwischen 1—5 Jahren ihren Leib in der Regel vollkommen auf; was sie also in dieser Zeit in den Salzen der Pflanzen, die sie (Pferd, Rind, Schaf, Ziege) zu sich nahmen, für den Aufbau verwendeten, das ist's, was dem Landwirth oder seiner Bodenkraft entgeht, wenn er das Thier verkauft, nicht das, was das Thier während seiner ganzen Haltung verbrauchte. Die mit drei Jahren ausgewachsene Kuh mag noch 20 Jahre lang zu Milch- oder Kraftnutzung gehalten werden, aber alle Salze, die sie im Futter miterhält, gibt sie in den Exkrementen und der Milch wieder zurück, zwar nicht gerade immer dieselben, aber statt dieser die aus dem Körper als fortan unbrauchbar ausgeschiedenen. Der phosphorsaure Kalk, den ein Rind in Fleisch und Knochen hat, mag beim Verkauf verloren gehen, aber er beträgt nur soviel, als das Thier in den Jahren seines Wachsthums für sich verwendete. Es geht wohl mehr phosphorsaurer Kalk von den meisten Wirthschaften durch Milchverkauf weg, als durch Verkauf der Thiere selbst.

Man sagt, es sey ein Hauptvortheil bei der Wirthschaft, solche Produkte zu verkaufen, welche der Luft, also vorzüglich den vier sogenannten organischen Elementen entstammen, weil sie zu produciren weniger kostet und ihre Entfernung dem Boden nichts entzieht. Wer Runkeln zu Zucker baut und letzteren verkauft, alles übrige aber in der Wirthschaft läßt, hat nur Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff — denn daraus besteht der Zucker nur — der Wirthschaft

genommen, und diese drei Elemente sind freie, unangeeignete Güter, die jedermann beliebig zur Verfügung stehen. Wenn aber der Zuckerrunkelnbauer und Fabrikant mit den Runkelntrestern schon ausgewachsene Ochsen mästet, wie etwa die Leute um Magdeburg thun, welche Ochsen aus Bayern kaufen, und den Ochsen nur Fett zulegt, das wieder bloß aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, so nimmt er selbst durch diese Mast noch immer seinem Boden nichts und hält ihn also in gleicher Kraft. Selbst daß im Boden Kohlensäure und Stickstoffquellen zu geben nützlich ist und die sich mästenden Ochsen auch Fleisch, nicht bloß Fett, mehren, ändert die Rechnung nicht sehr. Kommt zu dieser Erzeugung von Zucker und Fett in der Wirthschaft noch das, was durch Verzehrung von außen zur Wirthschaft gekommener Stoffe z. B. Holz (Asche), Heu (von Wässerwiesen) dem Boden zugeht und die Produkte der Verwitterung dieses selbst, so muß bei Verwendung aller Thier- und Menschenexkremente als Dünger eine solche Wirthschaft an Bodenkraft beständig wachsen.

Von allen landwirthschaftlichen Produkten wird keines in größerer Menge in den Städten aus der Nähe derselben bezogen, als Gemüse, Milch und Heu, namentlich die beiden letzteren, die keinen weiten Transport vertragen. Milch und Heu werden insbesondere hier durch die großen Zuschüsse, welche die Latrinen der Städte ihrer Umgebung liefern, ohne Entkräftung des Bodens gewonnen.

Wie beim Einzelwirth, so sollte auch bei der ganzen Volkswirthschaft darauf Rücksicht genommen werden, das Gleichgewicht zwischen den Elementen der Produktion zu erhalten und mehr auf Kosten der Luftnahrung der Pflanzen, als jener der Erde zu produciren. Aber das wird für die Dauer nur mit Gegenseitigkeit zwischen den Völkern möglich seyn.

§. 2.

Die Weide.

In der Aufgabe, welche das Futter der Hausthiere behandelt, werden wir über Arten der künstlichen Fütterung sprechen, ohne jedoch Aufzucht oder Mast besonders zu beachten. Es wird somit die Rede von der Ernährung ganz auf Weiden, theilweise auf Weiden und im Stalle oder nur im letzteren und dann von der Winterfütterung in unsern Breiten besonders die Rede seyn.

Daß Boden und Klima auf Gedeihen und Nutzung unserer Hausthiere sehr großen Einfluß üben, ist oft bemerkt worden.

Worin diese Wirkung besteht, ist aber nur dann recht sichtbar, wenn die Thiere im Freien gezogen, wenigstens eine Zeit lang auf der Weide gehalten werden. Die Weide aber wird beurtheilt nach den sie bildenden Pflanzen; sie kann eine sehr verschiedene seyn, schon nach der Entfernung eines Ortes vom Aequator, weil diese die geographische Verbreitung der Pflanzen vorzüglich bestimmt. Die Landwirthe bei uns unterscheiden nun Alpenweiden und Marschweiden, dann Heide- und Moorweiden, Stoppel- und Brachweiden, endlich die Nachweiden abgeernteter Wiesen. Diese letzteren, wenn sie der künstlichen Aberntung unterworfen sind, fallen demnach nicht mehr der Weide zu.

Die Alpenweiden werden charakterisirt durch mehr kurzes, an Sonne und Luft gut gereiftes, weniger wässeriges Gras, das von vielen krautartigen, andern auch öfter gewürzhaften Pflanzen durchzogen ist. Es wird behauptet, daß nur der Weidegang in diesen Gebirgsländern die ausgezeichneten Thierracen, namentlich Rinder erzeugt habe und daß die Weide für sich schon die Bedingung sey, das Ausgezeichnetste auch für die Produktion, zuletzt selbst die höchste Nutzung zu gewinnen.

Es ist gewiß, daß der höhere Feuchtigkeitsgrad der Luft, welcher den Rindern bei der mäßigen Temperatur des Sommers sehr zu Statten kommt, die reichliche, kräftigere Nahrung, die Sorgfalt der Bewohner mit eingerechnet, den gerühmten Erfolg bewirkt. Sollte man aber meinen, daß die Bewegung im Freien so vorzüglich sey, oder sonst eine geheime Ursache, so würde man sich schon insofern täuschen, als die Bewegung weidender Rinder auf den Alpen eine geringe, im Flachlande leicht zu ersetzende ist. Das Rind, als ein so großer Pflanzenfresser, hat immer sehr viel Zeit nothwendig, um seinen großen Bedarf an Nährstoffen weidend zu finden, und braucht dann wieder viele Ruhe zum Wiederkäuen.

Die Bewegung für erwachsene Thiere ist überhaupt nicht von so großer Nothwendigkeit, obgleich immerhin in Kraft zu erhalten. Aber die Erfahrung hat gelehrt, daß bei reichlichem Futter im Stalle und mäßiger Bewegung der Thiere so Vortreffliches wie im Gebirge erhalten werden kann. Nur aber ist dieses nicht häufig versucht, weil der Getreidebau in der Regel alle Interessen beherrscht.

Daß die Produkte der Molkerei wegen Wechsels des Futters bei Sommerstallfütterung an Werth verlören, ist bei wohlgeordneten Viehzüchtereien eben so wenig richtig, als die Behauptung der Unmöglichkeit nothwendiger Reinlichkeit.

Ueber die Arten auf den Alpen zu weiden sprechen sich Sachkenner so aus:

In den hohen Gebirgslagen, während der vier bis fünf Sommermonate findet das Vieh reichliche Nahrung, wohin es deßhalb auch oft in einer Entfernung von 6—8 Stunden aus dem Flachlande getrieben wird. Ein Bauer, der irgend vermögend ist, hat auf den Alpen seine Weideplätze mit Stallung, Milch- und Käsekammer. Diese Almenwiesen bilden gewöhnlich die Grenze von den Wäldern, welche sich auf eine Höhe von 4000 Fuß erstrecken und den sich weiter auf dem Berge erstreckenden Legföhren oder Latschen. Das auf diesen Almen befindliche Gras wird nun größtentheils vom Vieh abgeweidet und der verhältnißmäßig kleinere Theil zu Heu gemacht. Was aber immer als ein großer Fehler zu betrachten ist, ist, daß für die Pflege der Weide gewöhnlich keine Sorge getragen wird. Der Dünger, welcher durch das von Zeit zu Zeit sich im Stalle befindende Vieh erzeugt wird, wird gar nicht verwendet.

Die Alpenwirthschaft, besonders im Allgäu, wird in nachstehender Weise geschildert.

Bei dem kaum beginnenden Frühling wird das Melkvieh auf die dem Dorfe zunächst liegenden Ortschaften getrieben, von hier aus werden nun, je nachdem die Vegetation vorschreitet, die Thiere allmälig höher auf die Alpenweiden getrieben, wodurch dann die Eintheilung von Nieder-, Mittel- und Hochalpen entsteht. Die höchsten Spitzen der letzteren werden von Ziegen und Schafen beweidet.

Ferner werden diese Alpen auch noch nach ihrer Beschaffenheit in Jungviehalpen, Kuhalpen und Ochsenalpen eingetheilt und es bestehen auf ein und demselben Berge niedere und höhere Alpen, je nach dem Alter und der Art des Viehes.

Sowie nun das Vieh bei zunehmendem Wachsthum der Almen im Beginn des Frühlings allmälig höher getrieben wird, ebenso wird es je nach zunehmender schlechter Witterung oder Schneefall von Alme zu Alme bergabwärts getrieben, um endlich wieder auf

den Wiesen vor dem Dorfe zu weiden, vor vollkommen einbrechendem Winter, wo es dann in die Stallungen eingetrieben wird. Es ist nun bekannt, daß auf diesen Kuhalpen Käse von vorzüglicher Güte bereitet wird, der in die verschiedensten Welttheile verschickt wird. Zur Zeit nun, wo das Vieh auf die Alpen getrieben wird, hat der Besitzer natürlich soviel Kuh- oder Geisevieh zu Hause, als zu seinem unmittelbaren Bedarf nothwendig ist.

Bei der Züchtung nun kommt es nicht selten vor, daß Kälber nach 6—10 Tagen zum Schlachten verkauft werden, um ein größeres Milchquantum zur Käsebereitung zu erhalten, da in dieser Richtung der Nutzen ein größerer ist, als durch Fleischansatz beim Kalbe. Es wird da überhaupt nur fast ganz allein bei einer Kuh in Betracht gezogen, wie viel Milch dieselbe gibt; Farbe, Aussehen u. s. w. tritt sehr wenig in Rechnung. Auch kommt es vor, daß Stierkälber, die gerade sehr gute Eigenschaften besitzen, verschnitten werden, um in einem Alter von 8—10 Monaten verkauft zu werden.

Das Aufziehen der jungen Thiere, die später zur Zucht benützt werden sollen, und um Martini fallen, geschieht in der Art, daß eine künstliche Säugung mittelst Vorhaltens des Fingers stattfindet und ist dieß auch als eine der besten Aufzuchtsmethoden überall bekannt. Die weitere Ernährung geschieht mittelst sehr gutem Heu, frischem Wasser und hie und da Molken bis die Zeit zur Weide da ist. Nach 18—20 Monaten findet gewöhnlich das erstmalige Zulassen der Rinder statt, so daß das Kalb um Martini fällt. Ein Stier wird, je nachdem sein Körper ausgebildet ist, in 10—12 Monaten zum Springen benützt.

Die Marschweide zeichnet sich aus durch einen dichtbewachsenen grasreichen, aber mit seltenen Kräutern versehenen Boden; dabei ist Luftfeuchtigkeit mit wenig Wärme und überhaupt ebener, feuchter, bindender Boden die Regel.

Durch diese an großen Flüssen, Meeren, überhaupt Küstenland liegenden Grasflächen ziehen sich immer mit Wasser gefüllte Gräben hindurch, welche zu einem guten Wachsthum der Pflanzen das meiste wohl mit beitragen. Auf diesen Wiesen, die in Koppeln, Kämpe oder Loose eingetheilt sind, befindet sich das so wenig Bewegung habende und doch so üppig gedeihende Rind, das beinahe hier nicht mehr Bewegung hat, als bei einer Fütterung im offenen Schupfen.

Die heimischen Gräser werden dort vorzüglich geliebt, so daß fremdartige nicht eingesäet werden. Es kommt auch vor, daß bei diesen Marschweiden wie auf den Alpen ein bald häufiger, bald seltener, immer erst nach sechs bis zehn Jahren wiederkehrender mit Gras wechselnder Feldbau getrieben wird.

Die Moorweiden oder Wiesenmoore besitzen theilweise die Eigenschaften einer guten Wiese und die eines Moores, indem überhaupt ein zum Weiden benütztes Moor durchaus nicht mehr die Eigenschaft eines vollkommenen Moores besitzen kann. Weicher, nachgebender Boden, Sumpfwasser, auf dem saure, hartstenglige, dünnhalmige einzelne Gräser zwischen großen Rasenschöpfen von Halbgräsern vorkommen, daneben viel Gestrüpp und ungenießbare Moorpflanzen, charakterisiren einen solchen Weideplatz.

Heideweiden lassen sich erkennen durch kleine struppige, oft sehr harte Kräuter und mit borstig rauhen Blättern versehenen Gräsern, die sich namentlich neben dem ebenfalls häufig vorkommenden Gestrüpp sehr vorherrschend zeigen. Dabei ist der Boden in der Regel ein fester, ebener und sehr trockener zu nennen.

Diese Art Weide eignet sich vorzüglich für Schafe, und sollte überhaupt, sobald mehr als vier Morgen auf eine Kuh zur Weide gerechnet werden müssen, ihnen als Weideplatz zufallen.

Die Stoppelweide entsteht durch meist fehlerhaftes Liegenlassen des Feldes, worauf sich dann ein ganz eigener Pflanzenwachsthum zeigt, der namentlich aus Ackerpflanzen und Kräutern besteht, welche für Schafe von vorzüglicher Güte sind.

Diese verschiedenen Weidearten sind bei uns im Allgemeinen nur ein nothdürftiger Behelf, bis auf die Alpen- und Marschweiden. Sie dienen in der Regel als ein schlechtes Aushülfsmittel bei der eigentlichen Fütterung. Es lassen sich jedoch folgende Weideregeln feststellen.

1) Muß das weidende Vieh sich ohne große Mühe und mit Gemächlichkeit in einer bestimmten Zeit satt fressen können.

2) Um eine gewisse Ermüdung bei den Thieren zu verhüten, und Verderbniß durch den Tritt ist es gut, daß die Weide abgetheilt ist in Koppeln oder Loose, welches entweder durch Gräben, oder Hecken und Zäune am besten geschieht.

3) Sind in diese Abtheilungen, je nach ihrem Werthe, entweder das Jung- oder Altvieh, das Melk- oder Mastvieh zu

vertheilen. Es ist auch nothwendig, daß bei dieser Eintheilung auch Sorge getragen wird für gutes, nie mangelndes Wasser, und ist Schutz gegen Stürme, sowie brennende Sonnenstrahlen durch Bäume u. s. w. zu bereiten.

4) Soll die Weide zu einer Zeit betrieben werden, wo das Gras so hoch gewachsen ist, daß sich das Vieh in kurzer Zeit sättigt und wird überhaupt die Zeitdauer der Weide bei uns fünf bis sechs Monate dauern.

§. 3.

Das Grünfutter.

Dasselbe reicht an und für sich zur Fütterung vollständig aus, wenn es nicht zuweilen üble Folgen für das Thier haben könnte, besonders wenn es noch nicht daran gewöhnt ist; es ist deßhalb besser, wenn es mit einem Futter vermengt wird, welches es dann zur Fütterung geeigneter macht, wie z. B. Stroh oder Heu.

Als Regeln, welche sich für den Gesundheitszustand des Rindes bei der Grünfütterung ergeben, können folgende aufgezählt werden:

1) Wenn mit Grünfütterung begonnen werden soll, so soll der Uebergang allmählig stattfinden; Stroh- oder Heuzugabe soll allmählig abnehmen, was sich bis auf drei Wochen ausdehnen kann, dann soll nach der Fütterung von Gras oder gar Klee niemals gleich getränkt werden, letzterer hat namentlich die Eigenschaft, daß er sehr stark aufbläht.

2) Soll man beachten, daß bei der Aufbewahrung des Grünfutters, dasselbe sich nicht erhitze, deßhalb soll es vor Sonnenaufgang, bald darnach, oder Abends vor dem Thaufall eingeführt werden und dann an einem kühlen Orte ausgebreitet aufbewahrt werden.

3) Ist nasses Futter bei der Vorlage mit Trockenfutter wohl zu mischen und

4) Soll gieriges Fressen von grünem Futter so viel wie möglich verhütet werden.

§. 4.

Das Heu.

Der Werth oder die innere Güte des Heues ist auf jeden Fall bedingt von der Güte der in einem getrockneten Grase befindlichen

Pflanzen, sowie von der Art der Zubereitung. Es kommt viel auf die Zeit an, in welcher das Gras zu Heu geschnitten wird, denn hievon hängt sehr viel in Bezug auf seinen Werth ab und unterscheidet sich das eigentliche Heu von dem Nachheu oder Grummet (Grammet, ob von gramen?)

Frisches Heu charakterisirt sich namentlich durch ausgezeichnetes Aroma, muß außerdem von graugrüner Farbe sein, trocken, ohne Schimmel, ohne harte Stengel und ohne schädliche Wiesenkräuter. Die übrige Güte wird bestimmt je nach den Pflanzenarten, die im Heu sich befinden. Das frisch eingebrachte Heu geräth in eine gewisse Gährung (Stockgährung), wodurch sich eine Hitze erzeugt, welche sehr viel Wasser verdunsten läßt und die ganze Masse brüchiger und weniger stark von Geruch macht. Diese Gährung dauert nun oft vier bis sechs Wochen und das Heu verliert damit vier bis zehn Procent seines Gewichtes. Je mehr aber das Heu älter wird, desto mehr verliert es an Geruch, Geschmack und nährenden Stoffen; zu gleicher Zeit wird es brüchig, zerreiblich und am Ende kraftlos.

Man kann annehmen, daß um ein Pfund Heu zu machen, hiezu $4\frac{1}{2}$ Pfund Gras im Durchschnitt gehören, und ebenso nähren 1 Pfund Heu soviel wie $4\frac{1}{2}$ Pfund frischen Grases. Bei edlen und angestrengt arbeitenden Pferden kann das Heu nur als Nebenfutter betrachtet werden und wird da in Rationen von vier bis zehn Pfund den Tag gegeben. Ganz und wenigstens zur Hälfte des Futterquantums in Heuwerth kann es den Rindern, ebenso den Schafen gegeben werden.

§. 5.

Die Samen

sind sehr gut als Nahrungsstoffe zu gebrauchen und nicht nur bei den Thieren von vorzüglichem Nutzen, sondern finden auch, wie jedermann bekannt, die größte Anwendung im Haushalt des Menschen. Dem Samen zunächst stehen an Werth die Hülsenfrüchte. Die Körnerfrüchte werden für Pflanzenfresser als eines der ausgezeichnetsten Nahrungsmittel gerechnet, sind jedoch für die Thiere schwerer verdaulich als Gräser; sie verursachen im frisch geernteten Zustande oftmals Kolik und Verdauungsfehler. Haber wird leichter verdaut als Roggen und dieser wieder leichter als

Gerste. Obwohl Körner an und für sich nicht als Fütterung gegeben werden, sondern als Hauptzusatz, so sind sie doch nöthiger für das Pferd als das Rind oder Schaf. Rinder erhalten nur in der Jugend (Kälber beim Abgewöhnen) oder zur hohen Kraftentfaltung, oder endlich zur Mast Körner. Bei Schafen ist Körnerfütterung besser angebracht (1/4 bis 1/2 Pfund per Tag) als bei dem Rinde.

Bei uns ist der Haber für Pflanzenfresser eine ausgezeichnete Frucht nicht bloß für Pferde, sondern auch für andere Thiere. Er ist leicht verdaulich, bläht wenig, namentlich der drei bis vier Monate alte, und wird einem Pferde in einem Verhältniß von 10—12 Pfund den Tag verabreicht.

Gerste steht in ihrem Gebrauchswerth dem Haber am nächsten, ist jedoch schwerer verdaulich, mästet aber ausgezeichnet und wird besonders bei Schweinemast dem Haber bedeutend vorgezogen.

Der Roggen ist noch schwerer verdaulich als Haber und Gerste und säuert am leichtesten. Sachkenner wollen ihn bei der Aufzucht von Wiederkäuern und bei Milchnutzung gar nicht gegeben wissen.

Der Weizen nährt ebenfalls sehr gut, ist aber gerade so wenig verdaulich als Roggen.

Buchweizen steht in seinen Eigenschaften an Nährkraft und Verdaulichkeit zwischen Haber und Gerste. Sehr stark nährend und in dieser Hinsicht den Futterkörnern voranstehend, sind die Hülsenfrüchte. Sie werden als sogenanntes Kraftfutter sehr vorgezogen, erzeugen derbes Fett, straffes Fleisch, werden langsam und schwer verdaut, blähen leicht und stopfen, und sollen sogar die Milchabsonderung hemmen.

Pferdebohnen und Wicken sind unter dieser Klasse diejenigen, welche von vorzüglichem Nutzen sind, am meisten für Pferde und noch mehr für Wiederkäuer, am wenigsten werden wohl Erbsen gegeben. Dem Mastvieh nebst Schweinen bekommen sie am besten, am schlechtesten säugenden Müttern und deren Säuglingen.

Eicheln, Buchecker und Kastanien sind Samen, die vorzüglich für Schweine in Verwendung gebracht werden; Roßkastanien zuweilen auch für Pferde und Rinder. In ihrer Verdaulichkeit unterscheiden sie sich wenig vom Getreide. Im frischen Zustande sind sie noch am meisten verdaulich.

§. 6.

Stroh.

Zu diesem rechnet man vor allem den Halm der Gräser und den Stengel manсher Hülsenfrüchte nebst deren Blätter, Blüthen, Frucht- und Samenhüllen. Da diese Pflanzen meistens reif geerntet werden, so sind bei diesen Theilen oft sehr wenig nährende Bestandtheile anzutreffen. Je nach der Zeit, in der das Stroh in der Reife ist und geschnitten wird, je nach der Dauer der Vegetation und den beigemengten Kräutern ist der Nahrungswerth des Strohes ein sehr verschiedener. Es ist aber immer eine jüngere Strohart besser als eine ältere, und sie verlieren verhältnißmäßig durch Aufbewahrung an ihren nährenden Stoffen am wenigsten. Verdauungsbeschwerden macht das Stroh nicht, so langsam dasselbe auch verdaut wird, es ist jedoch nirgends eine feinere Zubereitung nöthiger als beim Stroh, was nun auch mittelst des Häckselstuhles am leichtesten von statten geht. Das bei uns geeignetste Stroh ist das Haberstroh, ihm folgt Gerstenstroh, was gleich Maisstroh ist, dann Roggenstroh und zuletzt Weizenstroh.

§. 7.

Laub.

Das Laub derjenigen Pflanzen, das überhaupt benützt wird, ist sehr leicht verdaulich und kann noch überdieß leicht zerkleinert werden. Es steht dem Wiesenheu an Nährstoffen in nichts nach. Man erhält in der Classifikation diese Aufeinanderfolge: Maulbeer-, Eschen-, Ulmen-, Ahorn- und Lindenlaub. Auf diese folgt in der Güte das Laub der hülsentragenden Bäume und Gesträuche, z. B. Akazie, Goldregen, Blasenstrauch u. s. w.; dann kommen Pappeln, Birken, gemeine Buchen, Eichen, Erlen und mehrere Gesträuche.

Für Schafe und Ziegen ist das Laub eigentlich nur Hauptfutter und höchstens in futterarmen Jahren werden auch Pferde und Rinder damit gefüttert. Ob längeres Blätterfüttern Krankheiten erzeugt, ist bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen.

§. 8.

Wurzeln und Knollen.

Unter den unter diesen Namen aufgeführten Futtermitteln versteht man entweder fleischig gewordene, sehr saftreiche, unterirdische

Stengel (Kartoffeln, Topinambur) oder mit wenig Verästelungen versehene Wurzeln (Weißrüben, Steckrüben, Runkeln, Möhren). Sie sind im allgemeinen sehr leicht verdaulich, bilden aber niemals Kraftfutter und gelten überhaupt mehr als Mast- und milcherzeugendes Futter, denn als Produktionsfutter. Werden die Wurzeln und Knollen längere Zeit an einem Orte aufbewahrt, wo sie einer günstigen Temperatur unterworfen sind, so beginnen sie in der Regel zu keimen und der Nährstoff nimmt dann um ein bedeutendes ab. Diese Art Futterstoffe können nur bei Schweinen alles übrige Futter ersetzen, bei Pferden und Rindern aber dürfte nur die Hälfte des Nährstoffbedarfs in Form von Knollen und Wurzeln verabreicht werden. Die Kartoffeln werden roh an Pferde selten gegeben; geschieht es, so sollen sie höchstens ein Drittheil des Körnerfutters vertreten. Gekocht kann jedoch mehr gegeben werden. Noch weniger kräftig wirken die Rübenarten, deren Verwendung bei Pferden, mit Ausnahme der Möhren (in England) fast ganz ungewöhnlich ist. Für die Wiederkäuer gelten sie aber nicht bloß in England für ein treffliches Milch- und Mastfutter, sondern auch in Deutschland. Für gewöhnlich wird nur die Hälfte des Futterbedarfs durch sie gedeckt und die andere Hälfte in Form von Heu u. s. w. gegeben.

§. 9.

Gewerbliche Abfälle.

a) Oelkuchen.

Die Oelkuchen sind zwar nach ihrem Gehalt sehr verschieden in ihrer Wirksamkeit; aber man kann sagen, daß kaum ein anderes Futter solche Anerkennung in seinem Werthe fand als dieses, was auch durch manche Erfahrungen vollkommen gerechtfertigt ist. Man konnte schon ein Resultat sehen, wenn diese Kuchen $\frac{1}{2}$ Pfund den Tag als Hülfsfutter gereicht wurden. Sie werden zerkleinert als Pulver auf das Rauhfutter gestreut, oder im Wasser aufgeweicht und dann in einem flüssigen Zustande gereicht. Im letzteren Fall ist das Sauerwerden leicht zu befürchten. Um Milch möglichst viel zu produciren ist 1 Pfund Repskuchen mit demselben Erfolg zu geben, wie 3 Pfund Heu, denn man kann fast mit Bestimmtheit sagen, daß 1 Pfund Heuwerth $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Pfund Milch erzeugt.

Bei den Versuchen, um Schafe zu mästen, stellte sich der Nahrungswerth von Repskuchen am höchsten heraus, wenn bei Rüben- oder Kartoffelfütterung sie in geringer Quantität in der Tränke den Thieren gegeben wurden; 3 Pfund Heu konnten dann durch 1 Pfund Repskuchen ersetzt werden. Man erhielt aber das schönste Resultat, als man per Kopf 4 Pfund Futterrunkeln und 1½ Pfund Heu reichte und mit den Repskuchen als Mastfutter stieg, selbst bis zu 3 Pfund per Tag.

Um den Thieren den Widerwillen zu nehmen, den dieselben gegen Repskuchen äußern, empfiehlt man Salzgaben.

b) Die Biertrebern.

Die Güte derselben ist namentlich abhängig von der größeren oder geringeren Entfernung der Würze, von der Braumethode und dem Malzprocesse und noch einigen andern bei der Brauerei Einfluß habenden Handlungen. Wenn man über die Nährkraft der Biertrebern ein Urtheil fällen will, so muß man hiezu Fütterungsversuche anstellen.

In 100 Gramm Biertrebern in München, die acht Tage lang gestanden und wohl abgeträufelt waren, befanden sich 73,980 Wasser, das sauer reagirte, 0,808 ranziges, ölartiges Fett.

Aus 100 Gramm Biertrebern, die mit Wasser ausgewaschen worden waren, wurden durch Kochen mit Schwefelsäure noch 3,324 Krümelzucker dargestellt; sie enthielten auch Milchsäure.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt an den Trebern:

1) Die äußere mit dem Kern verwachsene Hülle.

2) Innerhalb dieser Hülle zwei eigentliche Samenhäute und eine sehr dünne quermaschige, dann eine knorpelige Schichte, welche an Nahrungsstoff am reichsten ist.

3) Einzelne Stärkekügelchen und Kleisterflocken.

4) Das Keimblatt und den Keim selbst.

5) Seltene gequollene, verkleisterte Körner, die nicht gekeimt hatten.

6) Eine grumöse Masse (Hüllen von Stärkmehl? Teigreste?)

Der Magen der Hühner zermalmt diese im Kropf und Vormagen bloß erweichten Körner, die grumöse Masse findet sich, wenn noch in Zellen eingeschlossen, unverändert in ihm, aber Kügelchen

derselben sind hie und da noch sichtbar. Die körnerfressenden Vögel verdauen entschieden Cellulose; zuverlässig ist aber die harte, mit Kieselerde sogar incrustirte Cellulose der mit dem Korn verwachsenen Spelzen wenig ernährungsfähig. — Nach der Wolff'schen Methode berechnet, ist ihr Heuwerth gleich 220; d. h. 220 Pfund frische Trebern haben gleichen Nahrungswerth mit 100 Pfund Wiesenheu. Wenn der Centner von diesem 1 fl. kostet, so muß der Centner von jenem, alles übrige gleich angenommen, 27½ Kreuzer werth seyn. Demzufolge kann also ein Wagen, der 40 Centner nasse Trebern aufgeladen hat, mit 18 fl. bezahlt werden. Es ist aber der theoretisch gefundene Futterwerth noch lange nicht maßgebend für die Praxis, wie sie der Oekonom braucht, der bald Fleisch und Fett, bald Milch u. s. w. mit bald alten, bald jungen Thieren und sehr verschiedenen Zusätzen von anderen Futterstoffen erzeugen will. Es ermitteln dieses nur Versuche, welche den praktischen Futterwerth geben. In Bayern werden die Biertrebern immer in Gefäße oder Gruben eingestampft und von Wärme und Luftzutritt so gut wie möglich geschützt und so werden sie selbst im Sommer noch gefüttert, d. h. den Sommer über aufbewahrt, weil daselbst nur im Winter gebraut werden darf.

c) Die Kleie.

Unter diesem Namen versteht man die Hülle verschiedener Früchte, oder Samen, die in einer Mühle gemahlen und von der einschließenden Haut befreit und gereinigt worden sind. Diese letztere bildet die Kleie, welche in ihrer Nahrungskraft und nach ihren Bestandtheilen sehr unterschieden werden muß, je nach der Mühle, die mahlt, je nach der Frucht und dem Jahrgang, in dem dieselbe gewachsen ist; deßwegen ist auch sehr schwer den Futterwerth der Kleie im Verhältniß zu den übrigen Futterstoffen in Zahlen auszudrücken. Ein Sachverständiger setzt die Kleie dem Heu gegenüber zu 105 an. Die Kleie nährt sehr gut, wenn sie verdaulich ist. Angebrüht wird sie vom Schwein leicht, ziemlich gut vom Rind, schlecht vom Pferde verdaut.

d) Die Schlempe.

Die sogenannte Branntweinschlempe ist in ihren nährenden Bestandtheilen ein sehr wechselndes Futtermittel. Und dieser

Umstand hängt wesentlich von den verschiedenen Stoffen ab, die zur Alkoholerzeugung benützt werden. Ob Früchte, Weintrestern, Runkeln, Kartoffeln, und ob Körner, es ist immer als gewiß zu betrachten, daß durch den Gährungsproceß die werthvollsten nährenden Stoffe, die zur Fütterung am meisten nothwendig sind, durchaus nicht verloren gehen, wenn sie auch umgesetzt werden und zwar meistentheils in Hefe.

Ob Stärke in Dextrin und Zucker, oder dieser als schon vorhanden gleich in gährungsfähigen Krümelzucker und dann Alkohol und Kohlensäure umgewandelt werde, ist einerlei, es bleibt einmal gewiß, daß diese bei einigermaßen geregeltem Brennereibetrieb nur bis auf 1,5—2,0 in der Maische bleiben sollen; weiter aber bleiben Hülsen, Zellstoff und die Salze der Pflanzen zurück. Wird bei der Branntweinbereitung die Gährung der Maische schlecht geleitet oder bleibt die Schlempe lange stehen, so bildet sich aus den Alkoholresten Essigsäure und durch Anwesenheit der stickstoffhaltigen Substanzen auch Milchsäure. Pflanzensaure Salze fehlen bei Obstschlempen nicht, bei gedämpftem oder auch gekochtem Maischgute sind sie größtentheils mit dem Wasser vorher entfernt.

Nach Beobachtungen erhält man von 100 Pfund Kartoffeln (mit 25 Prozent Trockensubstanz) und 5 Pfund Malz (mit 90 Prozent Trockensubstanz):

Maische		Schlempe.
von 245 Pfund	. . . . .	288
„ 206 „	. . . . .	240
„ 171 „	. . . . .	197
„ 147 „	. . . . .	167
„ 118 „	. . . . .	131

Der Trockengehalt der letzteren wechselt zwischen 4 bis 9 Prozent.

In früherer Zeit wurde von den landwirthschaftlichen Schriftstellern behauptet, daß je schlechter eine Brennerei betrieben werde, desto besser die Schlempe sey, d. h. daß mehr Zucker und Stärkmehl unzersetzt in der Schlempe geblieben seyen. Landwirthe traten in späterer Zeit dieser Behauptung entgegen und sagten: daß eine gute Schlempe nur bei einem guten Betriebe zu erwarten sey, weil bei einer schlechten Leitung des Einmaischens und der Gährung nicht, wie man glaube, Stärke oder Zucker übrig geblieben sey,

sondern nur Essigsäure. Obgleich nun dieser Fall wirklich vorkommen kann, aber nicht, indem Zucker oder Stärke unmittelbar in Essigsäure übergingen, sondern durch Alkohol, der in letztere umgesetzt ward, so ist doch der andere Fall des Uebrigbleibens der unzersetzten Stärke oder des Zuckers durch schlechte Leitung der Gährung der häufigere, also die ältere Ansicht sehr oft richtig.

Da die Nährstoffe in einer großen Menge Wassers gelöst sind, das sich in der Schlempe befindet, so kann dieselbe niemals als Kraftfutter dienen, indem sie sehr schwach nährt, wohl aber ist sie um Milch, lockeres Fettgewebe ꝛc. zu produciren, sehr brauchbar.

Findet das Füttern unter Heu= und Körnerzusatz statt, so ändert sich dieses Alles sehr. Die Schlempe ist ein unnatürliches Futter, und obgleich leicht verdaulich, doch ungemein leicht Krankheiten erzeugend. Wird sie im Uebermaß gefüttert, so erzeugt sie Rinder=Mauke, sogenannte Gelbsucht bei den Schafen, Ruhren, und immer Schwächung des Darmkanals. Kälber können sie am wenigsten vertragen; aber dennoch kann sie mit gehörigem Zusatz von Rauhfutter ökonomisch sehr gut verwendet werden.

Um die Branntweinschlempe also zu verwenden, kann man folgende Hauptregel aufstellen: Man verwende sie vor allem frisch, Säuerung und Zersetzung ist zu vermeiden und durch Zugabe von vielem Trockenfutter die Wirkung der zu großen Verdünnung zu mäßigen. Unter diesen Bedingungen wird Schlempe bei Milch= und Mastvieh immer ein geeignetes, selten übel wirkendes Futter bilden.

VII.

Die Aufzucht.

§. 1.

Die Milch.

Für das Mutterthier muß Sorge getragen werden, während es trächtig ist. Trächtig aber ist Stute, Kuh, Schaf, Ziege, Schwein; auch das Huhn, wenn es Eier zu legen beginnt, die Gans, die Ente, selbst die Bienenkönigin, der Seidenspinner, der Fisch in der Laichzeit. Daß ein Thier in dieser Zeit eine bessere Ernährung, Wart und Pflege braucht, versteht sich gleichsam von selbst, denn man bedenke nur die große Masse Milch, die eine Kuh nach dem Kalben gibt! Das Kalb wiegt häufig den zehnten Theil der Mutter und diese gibt anfangs den 30sten Theil ihres Gewichtes an Milch sicherlich. Diese Ausgaben aber müssen ersetzt werden, und eine Störung durch Kälte, Arbeit, gar Stoß oder Schlag darf nicht eintreten, wenn Alles gut gehen soll. Das Wichtigste aber für das Junge wie für das Mutterthier ist die Milch, diese ausgezeichnetste und beste Nahrung, welche die Natur selbst zubereitet hat. Als Milch oder erste Nahrung muß man aber nicht bloß hier den Saft verstehen, der sich im Euter der Säugethiere sammelt, sondern auch den anderen Thierklassen mitgegebenen ersten Nahrungsstoff, wenn er auch ganz anders heißt. Er heißt aber bei den Vögeln Ei, bei den Fischen Rogen, bei den Bienen Made, bei den Seidenspinnern Eier, aus denen Würmer, besser Raupen kriechen u. s. w. In allen diesen ist aber ein der Milch sehr ähnlicher Stoff, wie wir leicht nachweisen können.

Die Kuh, welche verwildert ist und nicht gemolken wird, wie das z. B. in den Savanen von Südamerika oder bei den halbwilden Heerden von Kleinasien, Griechenland schon oft der Fall ist, gibt schon 2—2½ Monate, nachdem das Kalb geboren ward, keine Milch mehr. Man sagt, sie vertrockne! „Die Kuh steht trocken" sagt man auch bei uns, wenn man sie 6—8 Wochen vor dem Kalben nicht mehr melkt. Man könnte sie zwar bei uns fortmelken, aber zum großen Nachtheil für Jung und Alt. Auch ist die Milch dann schlecht. Die Milch einer trockenstehenden Kuh verschwindet zuerst; dann bildet sich eine dicke, eiweißartige und auch fast ganz aus Eiweiß bestehende klebrige, grauweiße Masse im Euter und, nach dem Kalben endlich, eine weißgelbe dicke, welche man die Erstlingsmilch oder Prüster, auch Colostrum nennt. Gut ists, wenn die Kälber etwas davon bekommen, wenn sie auch Alles oft nicht vertragen können. Diese Erstlingsdickmilch ist äußerst nahrhaft und in ihren Bestandtheilen dem Inhalte des Hühnereies sehr ähnlich. Sie enthält Eiweiß und Dotterstoff, der sie anfangs schön gelb färbt. Aber sie gerinnt gleich, wenn sie auch nur bis zu 70° R. erwärmt wird, eben weil das Eiweiß in der Hitze, am sichersten in der Siedhitze, gerinnt. Das macht auch, daß die Milch noch 4—5 Tage, oft darüber, nach dem Kalben gerne gerinnt, und wenn solche Milch zur anderen nicht gerinnenden geschüttet wird, so gerinnt alle, wenn sie gesotten wird. Darum so oft gerinnende Milch auch im Winter und bei aller Reinlichkeit.

Nach acht Tagen ist nun die Kuhmilch ganz recht zusammengesetzt, so nämlich, wie man sie gewöhnlich gerne hat. Aber die Milch ist begreiflich doch immer verschieden, nicht bloß bei verschiedenen Thieren (Milch der Stute, der Kuh, der Eselin u. s. w.), sondern auch bei demselben Thiere je nach Alter, Zeit des Melkens, Fütterung und sonstigen Zuständen.

Die Milch besteht größtentheils aus Wasser, welches von dem darin schwimmenden Fett weiß aussieht. Dieses Fett schwimmt in so außerordentlich feiner Vertheilung (das Fett löst sich nicht im Wasser!) in dem Milchwasser, daß es, obgleich leichter als Wasser, doch nicht alles obenaufsteigt, wenn man sie auch noch so lange stehen läßt. Aus der ruhig stehenden Milch steigt nämlich das Fett allmälig in die Höhe und heißt dann Rahm, den man, um durch Rühren wieder zusammenhängendes, unvertheiltes Fett daraus

zu machen, bekanntlich zeitweise abnimmt. Es wäre ein großer Vortheil, wenn man aus dem Milchwasser alles Fett oder allen Rahm entfernen könnte, so daß das Wasser so hell wie die klaren Molken etwa zurückbliebe! Aber nach dem Abnehmen des Rahmes ist die darunter stehende Milch noch immer weiß, wenn auch jetzt bläulich weiß, weil doch schon weniger Fett mehr darin ist. Denn nur die Milliarden von Fettkügelchen, die übrigens selbst farblos sind, geben der Milch durch Lichtbrechung die weiße Farbe. Und die Buttermilch ist auch noch weiß! Also gewinnen wir durch Abrahmen und Buttern noch sehr unvollständig das Fett aus der Milch.

Diese Fettkügelchen der Milch sollen mit einem feinen Häutchen umgeben seyn, — durch Rühren (Buttern) zerreiße dieses Häutchen und flöße den fetten Inhalt mit dem anderer zersprengter Kügelchen zu Klümpchen zusammen, welche zuletzt Buttergrieseln, dann Butterklumpen bildeten. Das Häutchen soll aus Käsestoff bestehen — aber ich und andere haben dieses Häutchen noch niemals unterm Mikroskop und mit vielerlei Versuchen sehen können.

Wenn man Mandeln auspreßt und mit Wasser dann das Gepreßte oder Gestoßene auswäscht, erhält man eine milchweiße Flüssigkeit, die Mandelmilch, in welcher die Fetttheilchen eben fein vertheilt schwimmen und die Flüssigkeit weiß färben. Sie steigen in der Ruhe auf und bilden Mandelrahm, den man nur in Oel verwandeln kann, weil er kein Butterfett ist. Es geschieht aber einfach schon durch Erwärmen, denn da fließen die vorher immer getrennten Oelkügelchen ineinander. Wenn man Rahm bloß erwärmt, bildet sich auch Butter, aber wegen der Wärme zerlassene Butter oder Schmalz, zwischen dessen Krystallen geronnene Käseflocken liegen.

Das Fett ist's allein, was in der Milch nicht aufgelöst ist, sondern darin schwimmt und die Milch leicht macht. Wäre die Milch nichts als Wasser und Fett, so müßte die Milch leichter als destillirtes Wasser seyn, was nicht der Fall ist, denn in einem Gläschen, in welchem ein gewisser Raumtheil destillirten Wassers 1000 Gran wiegt, wiegt derselbe Raumtheil Kuhmilch schon zwischen 1018 bis 1045 Gran.

Das kommt davon her, daß noch andere Stoffe in der Milch gelöst enthalten sind. Es sind dieß Käsestoff, Milchzucker und Salze.

Alle diese drei würde man aber nicht sehen, wenn man auch die Flüssigkeit ganz frei von Butterkügelchen machen könnte. Indessen kann man den Käsestoff gerinnen machen, was freilich in der Regel geschieht, indem er eine große Menge Butterkügelchen einschließt. Nach der Anzahl dieser erhält man dann magere, halbfette, fette Käse. Er gerinnt schon in der Hitze theilweise und das auf der siedenden Milch sich bildende Häutchen ist schon Käsestoff, am besten durch Säuren und Lab, dem vierten Magen der Kälber. Hat man den geronnenen Käsestoff nebst seiner Abart, dem Zieger, und die Butter aus der Milchflüssigkeit entfernt, so enthält sie noch Milchzucker und Salze, welche beide durch allmähliges Abdampfen darstellbar werden.

Von dem beim Sieden sich bildenden Käsehäutchen ist die Rahmhaut gekochter, länger stehender und fetter Milch zu unterscheiden. Sie besteht außer jenem Häutchen noch aus zu Rahm verbundenen Butterkügelchen und den durch Kochen ausgeschiedenen, theilweise gerinnbaren Unreinigkeiten der Milch, verschieden groß, je nach Reinhaltung der Euter, einiger Schmiere der Euterstriche oder Ausscheidungsstoffe.

Im Ganzen enthalten 1000 Theile Kuhmilch, nach Boussingault (Mittel aus 12 Analysen) 814 Wasser, 39 Fett, 34 Käsestoff, 53 Milchzucker und Salze, und 126 feste Theile darin. Die Salze betragen zwischen 4—7 vom Tausend.

Die Milch der Ziegen riecht eigens und schmeckt fad süßlich, enthält weniger Käsestoff, aber mehr Milchzucker als Kuhmilch. Der Milchzucker ist den Brustkranken sehr zusagend, daher ihr beliebter Gebrauch; auch in den Molken sind nur mehr Milchzucker und Salze, auch noch etwas Zieger, der der leichteren Verdauung halber entfernt seyn sollte.

Die Eselsmilch hat noch weniger Caseïn und auch weniger Butter denn die Kuhmilch, aber weit mehr Milchzucker (6,8 bis 6,2 Procent). Sie nähert sich hierin der Frauenmilch (4—6 Procent Milchzucker) am meisten. Die fetteste und an Salzen reichste Milch ist übrigens jene der Hunde (6—10 Procent Butter) aber auch zugleich die an Milchzucker ärmste.

Die Frauenmilch ist sehr süß, enthält aber nur 2,5—3,8 Procent Fett. Brünette Damen haben fettere Milch als Blondinen, deren Milch überhaupt wässriger seyn soll, wie l'Heritier sagt.

Mehrere Säugende zugleich beobachtet, lassen, das Milchquantum durchschnittlich berechnet, annehmen, daß eine Säugende in 24 Stunden 1320 Gramm Milch oder fast 4 Pfund (2 Maas) liefern könne.

Man weiß, daß Beschaffenheit und Quantität der Nahrungsmittel, Gemüthsbeschaffenheit, körperliche Anlage, Gesundheitszustand und besondere Beschaffenheit der milchbildenden Drüsen auf die Milchabsonderung den größten Einfluß haben, und sich also zahllose Ausnahmen ergeben.

Es ist auffallend, daß man trotz so häufiger Angaben der Aerzte und der Landwirthe von Seite der Chemie bei der Milchanalyse gar niemals Rücksicht auf die gewissermaßen fremden, der Milch durch das Futter beigemischten Bestandtheile genommen hat.

Die Milch der Kühe, welche borretsch-artige Pflanzen, wie Hundszunge u. dgl. fressen, enthält indigo-ähnlichen Farbstoff und wird blau, die Milch der mit Weißrüben vorzugsweise genährten Kühe erhält einen eigenthümlichen, die Schärfe von Allylverbindungen der Kreuzblüthler bestimmt verrathenden, nicht beliebten Beigeschmack. Selbst die Butter erhält ihn noch; blähende Gemüse (wohl auch zumeist Kohlarten, Kreuzblüthler) wirken abführend, Blähungen beim Säugling verursachend, von der Mittheilung geistiger Eindrücke gar nicht zu reden.

Welchen guten Beigeschmack viele dem Futter beigemischte Schirmpflanzen und manche Cichoraceen der Milch ertheilen, ist bekannt, und die Gebirgsmilch und Butter ist besonders daran reich. Die aromatischen Lippenblüthler scheinen aber wenig darauf zu wirken. Aber ganz widerlich schmeckt die Milch der Kühe, welche wilden Lauch, wilde Münze, wilden Senf und Täschelkraut zu fressen genöthigt waren (denn ohne besondere Noth fressen die Kühe nur selten diese Pflanzen), insbesondere die ersteren nicht. Daß die Ziegenmilch am wenigsten abführt, kommt wohl auch vom häufigen Genuß zusammenziehenden Baumlaubes und blattreichen Futters her, obgleich wir nicht so weit gehen wie Boyle, der am Geschmack der Eselsmilch erkennen wollte, ob die Eselin gut gestriegelt worden sey oder nicht. Man hat daher auch vorgeschlagen, dem Futter solche Arzneipflanzen beizumischen, die für gewisse Krankheiten sehr ersprießlich gehalten werden und dann die Milch solchen Kranken zu geben.

Leider findet die Chemie nichts von diesen Stoffen in der Milch. Sollte ihre Beimischung so gar gering seyn?

Nicht viel anders ist's mit der Farbe der Butter. An und für sich weißer Rahm wird als Butter schön gelb, anderer bleibt auch weiß. Ohne künstliche Zusätze, begreiflich, erhält die Butter eine Farbe je nach den Futterstoffen, welche die Kühe erhielten, verschieden. Gelbe Rüben, gefüttert, machen die Butter der Milch nicht gelb, was doch ihr Saft beim Buttern sehr wohl zu thun im Stande ist. Gefütterter Krapp färbt aber die Milch roth, nicht so Waid und Wau, die selbst die Butter beim Buttern nicht gelb färben. Genug von der Milch! Gehen wir zur Kuh selbst über.

Eine gute Milchkuh hat in der Regel einen fein gebauten Körper, vollkommen den weiblichen Ausdruck des Rindes, leichten Kopf, feine Hörner, dünnen Hals, langen und dünnen Schweif, weiche Haut, feine Füße, vor Allem aber einen nach hinten zu breit werdenden Leib, so daß von der schmalen Brust an der Leib sich nach hinten zu tonnenförmig erweitert, selbst Hängebauch wird. Dabei sey das Thier eher mager als fett, die Muskeln straff.

Das Euter selbst liebt man viereckig rundlich, strotzend voll, doch weich, groß und nach dem Melken leer, da das Gegentheil nur ein sogenanntes Fleischeuter anzeigen würde. Das Euter verspricht viel mehr, wenn es sich nur am Bauch weit vor- und zurückerstreckt, als wenn es tief herabhängt. Die vier Striche müssen alle Milch geben und seyen lang und dünn zulaufend, fehlerfrei und schmerzlos. Je mehr die Milchadern entwickelt sind, je stärker, voller, gewunden, je größer die Milchgrübchen, besonders auf der linken Seite, um so besser ist es.

Alle diese Zeichen sind Gutes verkündend, aber sie zeigen nicht das Gegentheil an, wenn sie fehlen. Am wenigsten Sicheres versprechen aber die Guenon'schen Zeichen am Milchspiegel.

§. 2.

Rahmausscheidung.

In der Ruhe scheiden sich die Fettkügelchen oben auf ab, sie bilden die Rahmschichte. Das specifische Gewicht der unteren Flüssigkeit ist dann höher, als der Gesammtflüssigkeit vor der Ausscheidung.

Diese Ausscheidung ist ein für die Butterbereitung aus Rahm sehr wichtiger Vorgang.

Eine besondere Aufmerksamkeit wird im nordwestlichen Deutschland und in Holland — Länder, die durch vortreffliche Butter einen Namen haben — der Abkühlung vor der Aufstellung zum Rahmausscheiden gewidmet. Man hat dieß aus der Verzögerung der Säuerung — als etwas Schädlichem — ableiten wollen und somit das möglichst rasche Durchgehen der Milch durch die die Milchsäuregährung am meisten begünstigenden Temperaturgrade empfohlen.

Es ist zwar gewiß, daß die Milch eine sehr bedeutende Wärmehaltungsfähigkeit besitzt. Ein gleiches Quantum Milch und Wasser, in gleichen Quantitäten und ganz gleichen Gefäßen in derselben Temperatur aufgestellt, kühlte sich sehr verschieden ab.

Nach 15	Minuten	war	die Milch	auf	26,4° C.
„ „	„	„	das Wasser	„	23,0° „
„ 30	„	„	die Milch	„	25,0° „
„ „	„	„	das Wasser	„	20,6° „

gesunken.

Allein der Unterschied des Säuerungseintrittes oder der gefürchteten Milchsäuregährung bei künstlich und natürlich abgekühlter Milch ist dennoch verschwindend klein und bedeutet bei später beliebter Rahmansammlung und Milchgährung in diesem, was man, übrigens auch fälschlich, für eine Bedingung des leichteren Butterns ansieht, noch überdieß gar nichts. Diese Procedur ist somit nur im heißen Sommer gerechtfertigt, wo durch zu rasches Gerinnen des Caseïn die Ausscheidung des Rahmes gestört würde.

Das Gerinnen wird aber durch Milchsäuregährung erzeugt.

Ein besonderer Vortheil des längere Zeit (3—4 Stunden) Stehenlassens der Milch vor dem Buttern liegt aber in der Verdunstung der anhängenden Gerüche des Stalles, und das scheint uns insbesondere beachtenswerth. Die Leichtigkeit, mit welcher Gerüche sich den Butterkügelchen anhängen, ist sehr groß, und frisch vom Stall gebrachte Milch zeigt, wenn ein in Salzsäure getauchter Glasstab in die Nähe gebracht wird, die bekannten Salmiakdämpfe.

Die Abkühlung soll erfahrungsgemäß nicht unter 12° R. herabgehen, weil bei dieser Temperatur das Aufwerfen des Rahms am besten vor sich gehe.

Indessen geschieht dieß nicht bloß in Folge nur sehr langsam eintretender Milchsäurebildung, sondern auch wegen der günstigen Verdünnungsverhältnisse überhaupt.

Wenn die Milch als eine Lösung des Käsestoffes durch Natron im Wasser, die noch Milchzucker und einige Salze gelöst, zahllose Butterkügelchen aber nur suspendirt, d. h. darin schwebend enthaltend, angesehen wird, so müssen diese Butterkügelchen in einem dünneren Mittel leichter, in einem schwereren aber schneller aufsteigen. Das Mittel, d. h. die Caseïn- und Zuckerlösung wird aber durch Erwärmen dünner, und erfahrungsgemäß wirft auch die Milch bei einer Temperatur von 20° R. schneller auf, als bei 12° R. Da sie aber bei dieser Temperatur bald sauer wird und in Folge dieses das Caseïn zu gerinnen beginnt, eine Erscheinung, die sich in den ersten Anfängen nur mikroskopisch wahrnehmen läßt, so hindert dieses Gerinnsel die von ihm eingeschlossenen Milchkügelchen am Aufsteigen, d. h. das Aufwerfen hat ein Ende. Es ist aber in der Regel der Verlust dabei doch nur gering, weil die größere Wärme auch vorher ein rascheres Aufsteigen bewirkt hat.

Milch bei 32° R. aufgestellt war in 8 Stunden schon geronnen, während die bei 12° R. aufgestellte in 48 Stunden völlig aufwarf und dann bereits den süßen Geschmack verloren hatte. Sie reagirte nach 48 Stunden entschieden sauer, erstere schon nach 6 Stunden.

Höhere Wärmegrade bewirken ein rascheres Wechseln der Flüssigkeitssäulen und damit ein Umrollen der Butterkügelchen, verhindern also das Aufsteigen. Durch langsames Abdampfen gewöhnlicher Milch, künstlich und rasch Rahm zu erzeugen, ist überdieß ein bekannter Kunstgriff der städtischen Milchwirthschaft. Nur aber machen hier Käsehäutchen einen großen Bestandtheil desselben aus, weil sie schon vorher in der Regel abgerahmt wurde.

Um nun das Gerinnen und die Ursache desselben, die Säuerung zu vermeiden, ward der Zusatz von Natron zur Milch vorgeschlagen. Wiederholte Versuche mit verschiedenen Salzen haben so geringe Unterschiede angegeben, daß nur überall die mehr physikalisch-mechanischen Verhältnisse den Ausschlag zu geben scheinen.

Gleiche Gefäße mit gleichen Quantitäten derselben Milch, von der Kuh kommend, angefüllt, derselben Temperatur ausgesetzt, aber in einem Gefäße auf 1 Maas (bayerisch) mit kohlensaurem Natron bis zur deutlichen alkalischen Reaktion versetzt, gaben wiederholt in 24 Stunden keinen Ausschlag.

Dasselbe äußerte sich bei Zusatz von Kochsalz, Glaubersalz und

Salpeter, in besonderen Gefäßen. Starke Zusätze von Aetznatron machen die Milch bei gewöhnlicher Temperatur sogar gerinnen und bilden mit dem Caseïn die bekannte sulzige, im Wasser aber wieder lösliche Masse.

Wir ziehen folgende Schlüsse aus unseren Versuchen:

1) Das Rahmaufwerfen ist, wie auch niemals bezweifelt wurde, ein rein physikalischer Vorgang.

2) Die Temperatur wirkt dabei nur, indem sie

a) die Milchverdünnungsverhältnisse ändert oder

b) die Milchsäuregährung befördert und dadurch Gerinnen erzeugt.

3) Säuren hindern das Rahmaufwerfen an sich nicht; nur sofern sie die Milch gerinnen machen, hindern sie, also mechanisch, das Rahmaufwerfen.

4) Die frische Milch verträgt ziemlich starken Säurezusatz, auch von Mineralsäuren, ohne sauer zu schmecken, und selbst zu reagiren. Erst wenn der sich zersetzende und Milchsäure bildende Milchzucker fehlt, tritt allmälig schaler, dann saurer Geschmack ein.

5) Die alte Praxis des Milchaufstellens zur Rahmabscheidung bei circa 12° R. bleibt zu Zwecken reicher Rahmgewinnung in Kraft.

6) Zur längeren Benützung der süßen Milch kann bei gleicher Rahmausscheidung auch das Kochen der Milch oder ihr Aufstellen zwischen 2—3° R. bei sehr niederem Temperaturgrade überhaupt benützt werden.

7) Durch das Kochen wird alles, jeder Milch in geringer Menge beigemischte Albumin, zum gerinnen gebracht. Der eigenthümliche Geruch gekochter und dann gebutterter Milch rührt davon her. Er nähert sich dem des frischen Blutserum und anderer thierischer, an Eiweißstoff sehr reicher Flüssigkeiten. Dadurch wird der stärkste Erreger der Milchsäuregährung in seiner Kraft geschwächt.

8) Die größte Ursache der Täuschungen bezüglich der Menge des bei verschiedenen Temperaturen aufgeworfenen Rahmes liegt in der durch die Verdunstung der Oberfläche, durch Bildung des Käsehäutchens und des Coagulums der Milch in der Rahmschichte, dem Einfluß der durch die Temperatur selbst erzeugten Verschiedenheit der Rahmverdünnung. Er ist oft compacter und zeigt ein geringeres Maß, er ist locker und zeigt ein größeres. Er ist theilweise

in zusammengeflossene Fettklümpchen beim Sieden versammelt und zeigt ein noch geringeres.

Um Bouchardats Angabe, daß Milch in kupfernen oder eisernen Gefäßen gar nicht gerinne und in einigen anderen von anderem Metall später, zu prüfen, wurden mehrere Versuche von mir angestellt.

Milch, von der Kuh kommend, ward bis 25° C. abgekühlt und in gläsernen, gußeisernen und kupfernen Gefäßen in einer Zimmertemperatur von 20—23° C. wechselnd aufgestellt. Deßgleichen ein Glasgefäß mit einem Zinkdeckel und Draht, der in die Erde ging, zur Ableitung der Elektricität. Die Milch reagirte von der Kuh kommend ganz neutral.

Nach 24 Stunden reagirte alle Milch schwach sauer, war aber nicht geronnen. Sie hatte gut aufgeworfen. Nach 48 Stunden war alle Milch geronnen und stark sauer, sowohl in eisernen wie kupfernen und Glasgefäßen; auch Elektricitätsleitung nützte nichts. Es ist uns unerklärlich, woher bei Bouchardats Versuchen ein entgegengesetztes Resultat kam.

Im Sinne von Schröders Angaben ward ein 2 Fuß langer Cylinder mit $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser zur Hälfte mit Milch angefüllt, der übrige Raum $1^1/_2$ Fuß wurde sogleich mit Baumwolle ausgestopft. Temperatur 18—22° C. Die Milch gerann, wurde sauer und bedeckte sich mit denselben Algen und Pilzen wie gewöhnliche Milch. Interessant und neu war nur ein nach 6 Tagen auf dem Rahm zwischen den Pilzen entstandener Fleck. Er zeigte mikroskopisch das sehr vollkommene Oidium lactis mit blauen granulirten Körpern, dem faulenden Käsegerinnsel ähnlich. Infusorien zeigten sich keine. Es schien also eine Caseïnart, eine Oxydationsstufe desselben zu seyn.

Nach der sogenannten schwedischen Methode wird das Abrahmen der Milch bei höherer Temperatur in einem 16—24° C. warmen Lokale vorgenommen, wobei vollkommenes Abrahmen bei Süßbleiben der Milch stattfinde, alles in flachen Schalen. Die ältere Methode gewinnt indessen 91—92 Procent Rahm, die schwedische 88—89. Dieser Unterschied ist so unbedeutend, daß er durch die weitern Vorzüge des Produktes gewiß aufgewogen wird.

Diesem Verhalten der Milch als einer emulsiven Flüssigkeit eigener Art gemäß entsprechen flache, etwa nur 4—5 Zoll hohe Gefäße, deren Durchmesser etwa 3—4mal größer als die Tiefe ist,

dann eine Temperatur von 18—20° C. (siehe unten), endlich von einem die Reinhaltung sehr leicht ermöglichenden, die Abkühlung fördernden Material (Metall, Thon mit Glasur) am besten. Hölzerne Gefäße bergen das Ferment zur Säurebildung allzuleicht in den Poren des Holzes und wirken dadurch schädlich.

Es ist gewiß, daß die Güte der Butter von der möglich größten Reinlichkeit der Milch, dann des Rahmes, dann der Butter selbst abhängt.

Feinde ihrer Güte sind vorzüglich fremdartige Gerüche, Stoffe, die durch das Futter mit zur Aufnahme und dann Abscheidung kommen, Milchsäure und Käsestoff. Endlich verwandelt sich die reinste Butter selbst, wenn sie längere Zeit in höherer Temperatur sich überlassen bleibt. Ihre physikalische Aenderung durch Schmelzen in höherer Temperatur (Schmalz, mit den Krystallen der Margarinsäure) ist jedermann bekannt.

Die Gerüche sind sehr häufig getragen von flüchtigen Oelen, auch flüchtigen Fettsäuren. Daß diese sich gerne mit festen Fetten, also der Butter und selbst den Butterkügelchen der Milch verbinden, beide also eine große Absorptionskraft dafür besitzen, leuchtet von selbst ein. Das Käsehäutchen um jede Milchkugel müßte davor schützen, wenn sie es besäße.

Daß der Milchzucker bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Substanzen und Wärme nebst Feuchtigkeit leicht sich zersetzt und Milchsäure sich bildet, ist allgemein bekannt. Es ist klar, daß dieß in warmen Lokalen in der Milch, welche oft reich an Eiweiß, jedesmal sehr reich an Caseïn ist, bald geschieht. Die Milchsäure hängt aber den Buttertheilchen stark an und nimmt ihnen den süßen, kernigen, eigenthümlichen guten Geschmack. Die Butter ist um so besser, je frischer die Milch oder der Rahm, beide in noch süßem Zustande, jedoch nach Entfernung der Stallgase, gebuttert werden. Daher die Vorzüge der so sehr reinlich und mit trefflich construirten Milchkammern betriebenen Butterbereitung vom nordwestlichen Deutschland. Diese Milchkammern sind in der Hauptsache eine eigene Art von Souterrains, die nahe an Keller streifen, halb in die Erde ragen, bei starken Mauern, nördlicher, kühler Lage, bedeutender Höhe der Gewölbe (20—30 Fuß), guter Steinpflasterung mit leicht möglicher Reinigung, laufendes Wasser besitzen, welches die Temperatur regeln soll. Letzteres kann nur der Fall seyn, wenn

das Wasser selbst nur geringe Variationen macht, was nur beim Quellwasser in der Regel der Fall ist. Allein die Temperatur dieses liegt bei uns für die Rahmausscheidung durchweg zu tief, zwischen 5—8° R. Das Wasser der Flüsse aber hat in unseren Breiten nur im Frühling und Herbst längere Zeit jene gewünschte Durchschnittstemperatur von 12° R.

Unter Beobachtung der obigen Schlüsse aus den Erfahrungen über Rahmausscheidung überhaupt wird man sich leichtlich in vielerlei Lokalen zu behelfen im Stande seyn, und jene Aengstlichkeit in Befolgung einzelner praktischer Vorgänge in Holstein rc. missen können.

Die Güte wie Menge der Milch, ebenso der Butter hängt ferner noch von Futterstoffen, sowohl wie von dem Thiere selbst viel ab. Man nimmt im Allgemeinen an, daß die Güte der Milch mit ihrer Menge abnehme.

Auch ist die zuletzt gemolkene Milch fettreicher als die erste. So fand Schübler:

	Spec. Gewicht.	Rahmgehalt.
Erste Milch	1,034	5 Proc. (Vol.)
Zweite „	1,033	8 „
Dritte „	1,030	11,5 „
Vierte „	1,031	13,5 „
Fünfte „	1,029	17,5 „
Durchschnitt:	1,032	11,1 Proc.

Nach den Versuchen von Boysson sollte man glauben, daß trockene Futterstoffe die festen Bestandtheile der Milch vermehrten, nach Peligots Analysen der Milch einer Eselin, welche mit Runkelrüben, Mohrrüben, Haber und Luzerne, endlich Kartoffeln 14 Tage lang gefüttert wurde und alle 9 Stunden Material zur Untersuchung lieferte, gaben die Runkeln die meisten festen Bestandtheile, darunter am meisten Caseïn. Haber und Luzerne lieferten die meiste Butter, Caseïn nächst den Runkeln am meisten die Möhren, die Kartoffel aber nur etwas Butter mehr als sie. Nach Boussingault und le Bel bewirkten die Futterstoffe überhaupt keinen wesentlichen Unterschied in den Bestandtheilen der Kuhmilch, mit welcher sie experimentirten.

Nach Playfair vermehrt Ruhe den Buttergehalt der Milch. Man will den Caseïngehalt mit den Proteinstoffen des Futters, den Buttergehalt mit den Stärkmehlarten in Beziehung bringen.

Seit den Fütterungsversuchen E. Wolffs und den damit verbundenen Milchanalysen sind mehrere dahingehende Untersuchungen vorgenommen worden.

Die Thiere sondern in der Regel am meisten Milch ab in dem Hochpunkte ihrer Entwicklung; die Kuh nach dem dritten Kalbe etwa, auch ist die Milch der Kalbinnen wasserreicher. Mit dem 8—10. Jahre nimmt die Milchabsonderung der Kuh ab, doch gibt es viele Ausnahmsfälle, wo sie wenigstens ständig bleibt.

Es ist kein Zweifel, daß die Racen sich bezüglich der Milchergiebigkeit sehr unterscheiden. Es ist darüber schon oben bei der Aufzucht verhandelt worden, weßhalb hier nur noch Einiges beigefügt wird.

Ein Thier mit normaler Verdauung und Aneignung wird die Bestandtheile der Futterstoffe entweder in Form von Kraftäußerung verzehren oder als Fleisch und Fett für sich und ein Junges anlegen, oder endlich als Milch ausscheiden. Kein anderer Weg ist bei normalem Zustande des Thieres, wie des nach Güte und Menge richtig gewählten Futters der Verzehrung der Nährstoffe vorgeschrieben. Erst was ihr nicht unterliegt, geht mit den Auswürfen fort. Wenn nun keine Kraft verlangt und geleistet wird, so bleibt nur mehr Fleischbildung und Milchabscheidung über.

Wenn der Preis der Milch und des Fleisches mit Fett gleich wäre, so müßte es dem Landwirthe ganz gleichgültig seyn, welche Art von Produktion seine Thiere einschlagen. Für Entgang an Milch würden Fleischprodukte und umgekehrt entschädigen. Allein die Verschiedenheit des Preises macht bald die eine, bald die andere Produktion weit vorzüglicher. Dazu kommt noch eine zweite Ursache. Nicht alle Thiere sind bei sonst ganz normalen Zuständen sich gleich in Bezug auf Ausnützung der gebotenen Nährstoffe. Schon die Assimilation oder Aneignung selbst ist im übrigens gesunden Zustande bei den Racen ungleich. Noch mehr aber sind es die Ausscheidungen in Nieren, den Lungen und der Haut, den Herden der Verbrennung der Kohlenhydrate, welche sich abweichend verhalten. Einzelne Racen verbrennen rascher ihr Respirationsmaterial, andere ersparen daran, um das Ersparte im Fett und dem Milchzucker der Milch oder im Zellgewebe abzulagern. Zwei kleinere Thiere haben größere Verbrennungsherde in Lunge und Haut, als ein größeres Thier von gleichem Gewicht. Magere,

schmalbrüstige Thiere sind im Allgemeinen milchreicher. Im Uebrigen kann, wie oben gezeigt wurde, die Milchergiebigkeit durch die Zucht vermehrt werden. Ebenso die Fettproduktion.

Schlüsse über das Buttern.

1) Das Buttern ist nichts weiter als eine Agglutination der Fettkügelchen in der Milch, die Bewirkung des Zusammenhängens, indem mittelst Stoß, Rütteln, Schlagen, Reiben &c. die Fettkügelchen zuerst zu größern, dann grieslich erscheinenden Theilchen vereinigt werden und bei dieser Temperatur festweich bleiben.

2) Das Buttern geschieht durch den Stoß am rascheſten.

3) Die geeignetste Temperatur, bei welcher die Agglutination am leichtesten erfolgt, ist 19—20° C. (16° R.) Ueber und unter diesen Graden nimmt die Fähigkeit zu agglutiniren ab.

4) Bei einem Stoßfasse mit konisch zulaufendem Ende ist aus süßer Milch, auch wenn sie erst von der Kuh gekommen, jedoch auf 20° C. abgekühlt wäre, jedesmal in 15 Minuten Butter zu erhalten, 90—100 Stöße in der Minute vorausgesetzt. Bei 70 Stößen in der Minute ist dieß nicht mehr der Fall. Die Buttermilch bleibt dabei süß und gerinnt nicht beim Kochen.

5) Aus Rahm, gleichviel ob süßen oder sauren, erfolgt die Butterbildung unter denselben Bedingungen noch rascher, oft schon in 7—8 Minuten.

6) Selbstsäuerung des Rahmes und der Milch, Zusatz von Säuren (Milchsäure) ändern nichts zu Gunsten des Butterns; auch der Zusatz von Alkalien nicht.

7) Beim Buttern ist Elektricität ohne Einfluß.

8) Das Einpressen von Luft, selbst von Sauerstoffgas, ist ohne Wirkung auf das Buttern.

9) Den größten und förderndsten Einfluß äußert der Zusatz zergangener (flüssiger) Butter oder von Oelen, welche die Agglutination außerordentlich vermehren (was am entschiedensten gegen das Käsehäutchen der Butterkügelchen spricht.)

10) Man kann dadurch eine große Reihe oft sehr angenehmer Buttervarietäten erzeugen.

11) Aus Milch läßt sich am unvollkommensten Butter ausscheiden, aus Rahm viel besser, doch nirgends vollkommen.

12) Aus saurer coagulirter Milch läßt sich keine Butter mehr gewinnen.

13) Selbst Sieden der Milch hindert die Agglutination bei der Abkühlung auf 19° C. nicht, auch ist nur wenig Butter in Schmalz verwandelt (was gegen meine Annahme einer bloßen Emulsion ohne trennende Hülle spricht).

14) Auch der Frost nicht, unter derselben Voraussetzung. Gefrorene Milch wird später sauer als nicht gefrorene, bei gleicher Temperatur begreiflich. Gefrorene und dann gesottene am spätesten.

15) Die Erzeugung künstlicher Butterarten hat, wie jene künstlicher Fettsäuren, eine Zukunft.

Berthelot stellt künstliche Fette durch Verbindung des Glycerins mit anderen Säuren dar. Es gab schon Glycerinschwefelsäure und Glycerinphosphorsäure, letztere eine neutrale Verbindung bildend. Dann auch in höherer Hitze in längerer Zeit Monostearin, Distearin, Tetrastearin, Monomargarin, Monopalmitin, Monoleïn, Monoraleïn, Monobutyrin rc.

§. 3.

Ersatzmittel der Milch.

Nächst Veredlung durch Paarung mit schon vollkommenen Thieren ist die Ernährung und insbesondere die der jungen Thiere oder die Aufzucht von der größten Bedeutung für die Hebung der Hausthierzucht.

Nach der Periode, wie lange man Thiere säugen läßt, kann schon beurtheilt werden, welche Sorge man der Viehzucht widmet.

Diese Frage der Zeit des Saugenlassens ist in der Regel bei uns ohne Bedeutung für Pferde und Schafe, schon nicht für Schweine; am wenigsten für Rinder und manche Race dieser Thiere ist nur allein durch Nachlässigkeit in Beobachtung dieses Punktes zurückgegangen.

Obgleich bei natürlichem Verhalten der Stute ein Fohlen leicht ein halbes Jahr lang Milch an der Mutter findet, was ihm bei freiem Aufenthalte auf der trocknen, sonnigen, gesunden Weide den Sommer über am zuträglichsten ist, so ist diese Möglichkeit doch nur selten bei den Bauern geboten. Hier verliert durch Arbeit und frühzeitiges neues Trächtigwerden das Mutterthier die

Milch viel früher; die Möglichkeit, daß das Fohlen die Mutter bequem überall hin begleiten könne, ist gering, die Sorge für kräftige Surrogate statt der Milch schwach. Darum allüberall und schon in sehr alten Zeiten das Bedürfniß von Fohlengärten, davon kann indessen nur anderwärts die Rede seyn.

Hier muß aber vor allem besprochen werden, ob sich die Muttermilch durch Surrogate überhaupt vollkommen ersetzen lasse. Auch die Milch selbst ist oft ein Surrogat und zwar in der Regel nur die Kuhmilch. Dieß ist der Fall, wenn Kuhmilch Fohlen oder Ferkeln gegeben wird in besonderen Ausnahmsfällen

Wenn Milch von Thieren derselben Art zwar, aber von anderen Mutterthieren den Jungen gereicht wird, so hat das selten nachtheilige Folgen, namentlich bei schon etwas vorgerücktem Alter derselben. Es geschieht dieß bei Stuten, obwohl selten der Natur der Sache nach; aber sehr häufig bei Rindern und bei künstlicher Aufzucht derselben, die zur Zeit als die beste Art bezeichnet wird, sogar regelmäßig. Wenn aber Milch einer andern Gattung von Thieren Jungen gegeben wird, so ist leicht die üble Wirkung zu erkennen. Wir erkannten dieß selbst einigemal bei künstlicher Aufzucht von jungen Ferkeln und Fohlen mit Kuhmilch. Die Thiere gehören hier nicht bloß verschiedenen Gattungen, sondern selbst Familien und Classen an. Viel günstiger gestaltet sich die Aufzucht der Lämmer mit Kuh- oder Ziegenmilch, da hier die Verwandtschaft der Wiederkäuer viel größer ist. Es ist auch begreiflich, daß Stutenmilch, welche noch einmal so viel Milchzucker wie die der Kühe enthält, dafür aber nur halb soviel Käsestoff, nicht leicht durch Kuhmilch wird ersetzt werden können.

Die Milch des Schweines hat selbst wieder das Doppelte des Käsestoffes der Kuhmilch und nur die Hälfte ihres Milchzuckers, so daß also offenbar hier sehr erhebliche Unterschiede obwalten, die auch für die Lehre der Aufzucht nach der Entwöhnung von größter Bedeutung sind. Ein Surrogat für das Kalb ist es nicht ebenso für das Ferkel oder Fohlen — und doch bildet Mehl in der Regel es gleichsam für alle drei, — doch immer ganz correkt mit etwas mehr Heu beim Kalb, reichlichere Mehl- oder Körnergaben beim Fohlen und Milchzugabe beim Ferkel.

Die Frage der Ersatzmittel für Milch bei der Aufzucht ist seit je vielfach besprochen und als eine der wichtigsten für die ganze

Viehzucht — mit Recht — gehalten worden; namentlich seitdem man durch Kenntniß der Proportion zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen in den Nahrungsmitteln sich leichter Aequivalente berechnen kann, sind solche Ersatzmittel nicht bloß häufig empfohlen, sondern als besser denn die Muttermilch selbst erklärt worden.

Dahin gehört z. B. die Empfehlung von Thee und Säften. Schon 1824 wird in Bayern (Vogel) der Heuthee und Kleesaft zu diesem Zwecke empfohlen und des Leinsamens als Surrogat für den theuren Haber wird schon 1817 gedacht.

Diese Dinge sind in allerneuester Zeit wieder ausposaunt worden und werden es noch mit chemischen Analysen aufgeputzt; wahrscheinlich noch öfter werden sie, obgleich jede nüchterne Betrachtung sie als Surrogate verwerfen muß, angewendet. Was vermag heißes Wasser aus dem Heu auszuziehen? und ist dem Magen junger Wiederkäuer eine Lösung von Pflanzensalzen mit wenig löslichen Kohlenhydraten und Proteinstoffen gleich zuträglich, wie Muttermilch? Heißes Wasser bringt im Heu die Hauptnahrung, die Eiweißkörper zum Gerinnen und zieht nur Gummi, Zucker, Salze, Riechstoffe u. dgl. aus, während Stärkmehl in allen Abarten zurückbleibt. Und dann in welch schwachen Mengen befinden sich im Kleesafte die blutbildenden Stoffe überhaupt im Verhältniß zum Wasser? Der Leinsamen, der ein besseres Resultat in letzter Beziehung gibt, ist wegen seiner großen Menge von Schleim, den er mit sich führt, dann wegen seines Oelgehaltes ein durchaus nicht gleichgültiges Ersatzmittel für Muttermilch vor der Entwöhnung. Wir sahen heftige Diarrhöen darauf entstehen und die Kälber dieses Surrogat überhaupt bald zurückweisen.

Die Muttermilch läßt sich durchaus nicht völlig ersetzen, oft nicht zur Hälfte, und eine gute Hausthierzucht setzt reichliche und länger fortgesetzte Gaben derselben zur ersten Bedingung.

Wenn nun auch dieser Hauptsatz gilt, so treten doch gleich gegen die Zeit der Entwöhnung Abänderungen ein und zwar nach dem Zwecke, den man mit dem gezüchtetem Thiere erreichen will.

Dieser Zweck ist entweder auf Milchergiebigkeit, Zugkraft oder Mastfähigkeit, wie beim Rind, auf Kraft allein beim Pferde, auf Mastfähigkeit beim Schwein, auf Wollereichthum oder Wollefeinheit beim Schaf gerichtet und es sollten darnach die Surrogate bemessen

werden, was beim Fohlen und Zuchtferkel schon geschieht, beim Rind und Schaf aber noch zu keiner besonderen Erkenntniß und Ausführung gelangt ist.

Manches ist indessen hierin doch schon geschehen. In manchen Gegenden, z. B. in Franken und am Rhein, lieben es die Bauern, Kälber mit Zugabe von Rübensaftfutter (Runkeln, Dorschen, Weißrüben) zu fein geschnittenem guten Heu abzugewöhnen, wie sie denn namentlich auch die Kalbinnen, welche zum erstenmale gekalbt haben, mit solchem Saftfutter gerne und reichlich füttern, was vortrefflich auf die Milchabsonderung wirkt. Diese Behandlung erklärt ganz besonders die Milchergiebigkeit der oft unansehnlichen gemeinen Landracen, den Butterreichthum der kleinen und mageren Kühe, vielleicht auch die Größe der von ihren verschnittenen Stierkälbern erhaltenen Ochsen. Weniger Milch bei frühzeitiger Gabe von sehr gutem Heu mit Brühzusätzen macht zwar weniger schwere Kalbinnen, mindert den Fleischansatz und die Mastfähigkeit, erhöht aber die Milchergiebigkeit. In dieser Richtung züchtet man auch im Allgäu und erhält sich die kleinen, milchreichen, bestberufenen Kühe, vielleicht weniger aus Absicht, als aus allzugroßer Ersparung an der Milch, die in den Käsereien oft besser ausgenützt wird, als durch Verwandlung in Kalbfleisch.

§. 4.

Aufzucht des Pferdes.

Was auch immer geschehen mochte, die Pferdezucht ist bei den Oekonomen um so stärker immer in Abnahme, als der Grundbesitz mehr vertheilt wird, indem die Bevölkerung überhand nimmt. Sogar der Vorschlag, sein Fleisch zu essen, wird das Pferd nicht vor jenen Einflüssen bewahren können, welche es von der freien Weide gescheucht und das Rind in den Stall gebannt hat, vor den Folgen der fortschreitenden Entwicklung der Völker. Das Pferd, dessen Junges in Gestüten als Fohlen wohl 5—6 Monate und länger an seiner Mutter saugt, wird bei den Landwirthen nur sehr selten so lange beim Säugen gelassen, doch sollte vor wenigstens 3—4 Monaten kein Fohlen entwöhnt werden, wenn auch noch so viel mit Gerstenschrot und Mehltränken nachgeholfen werden kann, was bei der normalen Entwöhnung so wie so stattfinden muß.

Es versteht sich von selbst, daß die Stute mit Sorgfalt zu

pflegen ist, es wäre aber höchst fehlerhaft gehandelt, wenn man beim Abfohlen ihr gleich starknährendes Futter im Ueberflusse reichen wollte; es genügt vollkommen, ihr im Anfang ein normales Futter zu reichen, was später mit Gerstenschrot und Mehltränken verstärkt werden kann.

Das Fohlen, nachdem es zur Welt gekommen ist, sucht sehr bald aufzustehen und an das Euter der Mutter zu kommen, was ihm anfangs sehr beschwerlich fällt, weßhalb auch etwas zu helfen ist. Nun kommt es sehr oft vor, daß Stuten am Euter sehr kitzlig sind und das Junge nicht saugen lassen wollen, weßhalb die Mutter daran zu gewöhnen ist, indem man sie öfters am Euter reibt. Oft muß auch die Nasenbremse angelegt werden, und gegen das Ausschlagen schützt man das junge Thier, indem man ganz einfach den Vorderfuß der Mutter aufhebt. Auch etwas Ausmelken, bevor das Junge gesäugt wird, thut es manchmal. Vor dem achten oder zehnten Tage soll die Stute niemals wieder zur Arbeit benützt werden, und dann nicht zu anstrengend. Bei jedesmaligem aus dem Stalle Kommen der Mutter ist es am besten, wenn das Fohlen sie begleitet, auf welche Weise letzteres eine sehr gut wirkende Bewegung macht. Ist diese Art von freiem Herumtummeln nicht möglich, so muß dem Jungen ein sogenannter Laufstall errichtet werden, bestehend aus einem Bretterverschlag, in dem es sich ungebunden herumtreiben kann. Vor allem ist es freilich am besten, man läßt die Stute mit dem Fohlen auf einer umzäunten Wiese frei laufen. Sollte die Stute etwa von der Arbeit erhitzt nach Hause kommen, so lasse man dieselbe erst abkühlen, bevor gesäugt werden darf.

Nach etlichen Monaten nun beginnt das Fohlen schon Gras, Heu 2c. zu fressen, was so viel wie möglich zu unterstützen ist; wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, so muß man ihm Haberschrot und etwas Häcksel vermengt geben. Intensive Nahrung neben einer freien Bewegung ist für die gute Form, die Elasticität der Gliedmaßen, die Dichtigkeit der Knochen die Hauptsache. Sollte das Unglück vorkommen, daß das Fohlen die Stute verlöre, so ist es wohl möglich, daß man in einem Gestüte leicht eine andere findet, welche das ihrige und das andere saugen läßt; allein man kann es immerhin als ein Uebel betrachten, denn das Thier bekommt kaum Milch genug, um beide Fohlen so zu ernähren, daß sie ihrer

normalen Entwicklung entgegengehen. Dieses ist um so mehr der Fall, wenn gar Kuh- oder Ziegenmilch aushelfen müssen. Erstere sollte dann mit einem Drittel Wasser verdünnt werden.

Um das Entwöhnen am besten bewerkstelligen zu können, ist es nothwendig, daß das Fohlen im Freien in einem Bretterverschlag sich aufhalten kann, und hier muß ihm ein sehr gutes Futter gereicht werden, indem die Mutter entfernt gehalten wird. Nach einem Zeitverfluß von ungefähr 6—10 Tagen hat das junge Thier vollkommen die Stute vergessen und frißt dann mit sehr großem Appetit. Altes gutes Heu, feiner Häcksel, dann Körnerfutter, Haber und Gerste, letztere immer geschroten, sind unumgänglich nothwendig, wenn etwas Gutes erzielt werden will. Den Tag ungefähr zwei Pfund Körner, nicht angefeuchtet, im Anfang und so allmählig steigend wird gerechtfertigt seyn. Im zweiten Jahre vollendet gute Weide bei einem kräftigen Futter und freier Bewegung das Uebrige.

§. 5.

Aufzucht der Rinder.

Bei der Rindviehzucht kommt es sehr häufig vor, daß der Bullen oder Stier schon nach einem Jahre springen will, wenn nicht früher; es ist aber nothwendig, um ein gutes Resultat erzielen zu können, daß der Zuchtbullen erst nach $1^1/_2$ Jahren zum Sprunge zugelassen werde, und nach Verlauf von 2 Jahren erst vollkommen hiezu benützt werde. Er springt dann bis zu seinem fünften und sechsten Jahre gut, ja auch bis zum achten Jahre. Es werden ihm dann 50—80, oder auch ausnahmsweise 100 Kühe für das Jahr zugetheilt, er soll aber des Tages nie öfter springen, denn zweimal. Die Kuh, welche bis zum ersten Jungen Kalbin genannt wird, rindert schon nach einem Jahre, mehr noch in $1^1/_2$ Jahren, und kann besprungen werden vom Stiere bis in ihr achtes und zwölftes Jahr. Sie ist im Durchschnitt 285 Tage trächtig und bringt fast nur ein Junges zur Welt.

Da die Milchnutzung von sehr großer ökonomischer Bedeutung ist, so bietet das Säugen des Rindkalbes oft sehr viele Schwierigkeiten. Ein normal schweres Kalb kann die Milch der Mutter bis nach drei, vier Tagen vollkommen gut verdauen Sie sollte ihm daher auch nicht verkürzt werden.

Es gibt nun verschiedene Arten und Methoden des Säugens. Das Kalb darf entweder bei vollkommen freier Bewegung, oder auch angebunden, nach Belieben an der Mutter saugen, oder es wird nur zu bestimmten Zeiten zum Saugen zugelassen, oder endlich es erhält seine Milch durch Tränken, in welchem Falle es dann an der Mutter gar nicht saugt. Es muß nun daran gelegen seyn, Zweckmäßiges und Unzweckmäßiges dieser Methoden abzuwägen, um für jeden speciellen Fall das Richtige finden zu können.

1) Vortheile, welche sich herausstellen beim beliebigen Saugenlassen bei freier Bewegung.

a) Von vorzüglicher Bedeutung ist das Naturgemäße des ganzen Vorganges in Bezug auf Temperatur, Beschaffenheit und Bedarf der Milch;

b) die ganz geringe Arbeit, welche der Thierzüchter hiebei hat;

c) der durch das öftere Saugen hervorgebrachte Reiz auf das Euter und die milchabsondernden Gefäße, wodurch diese zur reichlichen Milchabsonderung erregt werden, und

d) dann die Gemüthsruhe des Mutterthieres und Säuglings.

Als Nachtheile können aufgeführt werden:

a) das häufige Zurücklassen von Milch im Euter der Mutter, da das Saugkalb dieselbe jedesmal nicht vollständig zu sich nehmen kann, oder überhaupt nimmt. Hiedurch wird die Milchabsonderung für die Zukunft sehr gehemmt;

b) das Kalb ist durch das immerwährende freie Herumlaufen manchen Gefahren ausgesetzt und namentlich gewöhnt es sich, wenn mehrere sich beisammen finden, das Saugen an den Näbeln der anderen, an deren Geschlechtstheilen, Eutern der größeren u. s. w. an;

c) das Entwöhnen geht viel schwieriger vor sich, die größte Aufregung der Thiere und starkes Zurückschlagen in der Ernährung verursachend;

d) alle üblen Eigenschaften der Muttermilch wirken auf das Saugkalb.

2) Die Methode des geregelten Säugens hat Vortheile, welche mit jener von ad 1) zusammenfallen, namentlich wenn das Kalb mehr wie dreimal per Tag abgebunden und zur Mutter geführt wird, da hiedurch das Gute entsteht, daß die Milch besser ausgesaugt wird, und das selten nöthige völlige Ausmelken immer gleich vorgenommen werden kann. Dann der Nachtheil, der in den

Gefahren besteht, welche das freie Herumlaufen mit sich führt, ist dadurch gehoben. Die Nachtheile ad d) und e) bleiben.

3) Ein Kalb, welches gar nicht an der Mutter saugt, sondern gleich vom Anfange an seine Milch in Geschirren erhält, indem der Stallwärter das Kalb dadurch zum Trinken bringt, daß er ihm seinen Finger in das Maul steckt. In den ersten paar Wochen wird nur die Milch des Mutterthieres zum Tränken benützt, später die von anderen Kühen, unter Zusatz von verschiedenen Surrogaten.

Die Vortheile dieser Methode sind:

a) das Vermögen, falls die Muttermilch nicht vollständig für die Gesundheit des Kalbes zweckmäßig erscheint, dieselbe nach Belieben zu verändern;

b) sie sowohl nach Qualität wie Quantität und Zusätzen auch zu ändern, je nach dem Züchtungszweck, den man hat;

c) die Benützung der zum Tränken des Kalbes nicht nothwendigen Milch ist hier zu den verschiedensten ökonomischen Zwecken möglich und ein Zurücklassen von Milch im Euter ganz unmöglich;

d) das Abgewöhnen geht hier unter viel weniger Schwierigkeiten von statten, indem man zu andern Futterstoffen nur allmählig übergeht, so daß solche Kälber entweder gar nicht oder nur sehr wenig im Wachsthum zurückschlagen.

Als Nachtheile gelten:

a) der so starke Eingriff in die Gemüthsbeschaffenheit namentlich des Mutterthieres durch die plötzliche Trennung von dem Kalbe;

b) die zu große Schwierigkeit, die richtige Temperatur der Milch zu treffen, sowie später auch die rechte Mischung zu erhalten;

c) die große Arbeit und Mühe, sowie größere Sorgfalt des Stallwärters;

d) der vollkommene Mangel an allem Reiz zur Milchabsonderung, der offenbar im Saugen selbst liegt.

Nach diesen Angaben ist es nun möglich, daß der Landwirth jene Art des Aufziehens wähle, welche ihm für seinen Zweck und seine Verhältnisse die zweckmäßigste erscheint.

Weiter muß in dem ersten Jahre für das Kalb bei der Fütterung ein sehr gut nährendes, kräftiges Futter in Fülle vorherrschen — ein Kraftfutter; und zwar für alle Zwecke, insbesondere aber, wenn das Thier später zum Zug benutzt werden soll. Dann sollen auch die Nahrungsmittel im ersten Jahre sehr gleichmäßig

andauernd verabreicht werden, da das Thier nach eingetretenem Wechsel nur sehr langsam diesen Nachtheil wieder bemeistert und das Ungewohnte vollkommen ausnutzt.

Im zweiten Jahre des Kalbes ist unumgänglich nothwendig, daß eine Verringerung des Kraftfutters eintritt, es könnte sonst eine Mästung entstehen und der Geschlechtstrieb sich zu bald äußern. Hierauf kommt dann die Zeit der Weide, wo sich das Thier bei weitem vollkommener und kräftiger ausbildet, als es im Stalle gethan hat und thun würde.

Ob das vorgeschlagene Reiben oder gar Melken der Kalbinnen vor dem Trächtigseyn eine größere Milchergiebigkeit zur Folge hat, muß sehr bezweifelt werden. Daß die Befriedigung des Geschlechtstriebes möglicherweise bis ins zweite Jahr hinausgeschoben wird, ist sehr räthlich, aber keinesweges immer leicht auszuführen. Sollte es nämlich vorkommen, daß die Kalbin öfters rindert und sie würde nicht befriedigt, so würde ein Ausbleiben des Rinderns überhaupt stattfinden oder unter sehr schwachen Kennzeichen nur mehr vor sich gehen. Es würde dann überhaupt ein großes Phlegma beim Thiere die Folge seyn. In den letzten Monaten vor dem Kalben ist kein Futter zu sparen, welches auf Milchabsonderung wirkt. Außer der Ernährung ist aber für Kälber auch wichtig die Pflege. In einem ohnehin warmen Stalle, der der Fliegen halber im Sommer etwas dunkel seyn soll, muß gute Einstreu eingeführt seyn; dieses, sowie eine mäßige Bewegung sind wichtige Zubehör zur glücklichen Aufzucht.

Wasfür ein Kalb zur Aufzucht, wasfür eines zur Schlachtbank benützt werden soll? Es ist dieses sehr schwierig zu entscheiden. Thiere, die so lange sie saugen und getränkt werden, oft in jeder Beziehung ein vollkommenes Aussehen haben, schlagen aber oft, wenn sie abgewöhnt werden, außerordentlich zurück und erholen sich dennoch in einigen Monaten. Dafür verändern sich wieder schön aussehende später sehr zum Nachtheil.

Jedenfalls ist ein Thier, welches folgende Eigenschaften hat, vom Aufgestelltwerden auszuschließen:

1) offenbare Schwächlichkeit;
2) deutlich leerer, hohler Bug;
3) Hängebauch; und
4) fehlerhafte Stellung.

Man kann durchwegs für vollkommen richtig annehmen, daß Kühe, die im Durchschnitt 8—10 Kälber zur Welt setzen, die schönsten vom zweiten bis zum fünften haben.

§. 6.

Aufzucht des Schafes.

Der Widder bespringt 100 Mutterschafe und täglich wohl 8—10 Stücke, obgleich ihm wohl nicht leicht mehr als 4 Schafe zugeführt werden, und zu diesem Zwecke ist er am tauglichsten in seinem dritten Jahre.

Das Mutterschaf kann ohne allen Nachtheil mit $1\frac{1}{2}$—2 Jahren zugelassen werden, wenn es gut genährt ist; sonst nie vor dem zweiten Jahre, und dann kann es fort benützt werden bis zu seinem zehnten Jahre.

Es geht das Schaf im Durchschnitt 145 Tage trächtig und bringt dann gewöhnlich ein Junges zur Welt.

Dem jungen Lamme ist die Muttermilch sehr nothwendig, noch bei weitem mehr als dem Kalbe. Da bei uns Schafe nie gemolken werden, so ist auch ihre Milchabsonderung nur sehr gering, und muß sie schon vor dem Lammen sehr mit gutem, Milch absondernden Futter unterstützt werden. Das Lamm sollte wenigstens 3—4 Monate saugen, auch kann ihm das gern gegönnt werden, aber es wird selten dafür gesorgt, daß das Mutterschaf eine solche Fütterung erhält, die im Verhältniß zu der nothwendig abzugebenden Milch steht. Das Entwöhnen geht dann sehr leicht von statten und man gebe neben sehr gutem Heu etwas Haber.

Hierauf ist die Weide bei einer schönen Witterung für sie das zuträglichste.

Die Vortheile der Frühjahrsablammung sind bei uns:

1) Das Naturgemäße.

2) Das Fressen von frischen jungen Gräsern, jedoch nach dem Abgewöhnen erst.

3) Dann das Ersparen von Winterfutter eben durch eine baldige Frühjahrsweide.

Als Nachtheile können aufgeführt werden:

1) Die großen Kosten der sehr guten Fütterung für das trächtige Schaf.

2) Die öfters vorkommende ungünstige Witterung des Frühjahres.

3) Da auch um diese Zeit die Schafe am besten bewollt sind so schadet in dieser Hinsicht das Säugen sehr.

Man rückte nun die Sprungzeit bis in den August und Juli vor, und erhielt nun natürlich Winterlammung. Die Vortheile, die sich hier darbieten, sind folgende:

1) Möglichkeit ganz gleichmäßiger Fütterung des Mutterschafes.

2) Geringere Mühe, indem um diese Zeit das Dienstpersonal leichter zur Verfügung steht.

3) Erstarkung, Erholung der Lämmer und Mutterschafe bis zum kommenden Weidetrieb und zur Wäsche.

4) Größerer Ertrag an Lammwolle.

Als Nachtheile können in Geltung gebracht werden:

1) Bedeutender Rückschlag in der Wolle der säugenden Mutterschafe.

2) Große Futterkosten für eben diese säugenden Mutterschafe.

3) Die Nachtheile einer allzulangen Erhaltung der Lämmer im Stalle.

4) Das Unnatürliche des Verfahrens im Klima der kalten gemäßigten Zone überhaupt.

Endlich die Vor- und Nachtheile einer Sommerablammung, bei welcher der Sprung dann im Januar und Februar stattfindet. Vortheile sind:

1) Ein vollkommen natürliches Verhältniß für die Lämmer.

2) Wohlfeile und reichliche Milcherzeugung des Mutterschafes bei voller Weide.

3) Eine sehr seltene Erkrankung der Lämmer.

4) Höherer Werth der Lammwolle bis zur Schurzeit.

5) Erhaltung des Wollwerthes der Mutterschafe, die zur Säugezeit noch keine Gelegenheit zum Wollfressen der Lämmer geben, und wegen reichlicher Nahrung keinen Rückschlag erleiden.

6) Erleichterung der Leitung des Sprunggeschäftes, da im Winter die Thiere sämmtlich im Stalle leicht zu ordnen sind.

Als Nachtheile können aufgezählt werden:

1) Das unnatürliche Verrücken der sonst natürlichen Brunstzeit der Mutterschafe.

2) Mühe und Arbeit bei der Wart und Pflege der lammenden Thiere in der vollen Weidezeit.

3) Sehr schwere Wäsche der trächtigen Mutterschafe.

Es ist bei allem dem sehr schwer, einen im Allgemeinen

gültigen Satz für die beste Zeit des Ablammens aufzustellen. Es werden aber immer diese drei Punkte bei der Entscheidung in Vordergrund treten:

1) Die klimatischen und Bodenverhältnisse,

2) Die übrigen wirthschaftlichen Verhältnisse,

3) Die Kosten und Erträge, namentlich der Ertrag an Wolle der Mutterschafe und Lämmer.

§. 7.

Aufzucht des Schweins.

Mit $1^1/_4$—$1^1/_2$ Jahren ist der Eber gewöhnlich soweit vorgeschritten im Wachsthum, daß er die nöthigen Zeugungskräfte besitzt. In 4 und 5 Jahren kann man ihn dann als alt betrachten, obgleich er oft noch im 6. und 7. Jahre zeugungsfähig ist.

Das Mutterschwein wird nur ausnahmsweise 8—10 Monate alt zugelassen, ohne daß man aber von diesem ersten Wurfe Ferkeln aufzieht. Es ist hiemit besser 1—$1^1/_2$ Jahr zu warten. Das Schwein wird im Jahre in der Regel zweimal brünstig; die Brunst dauert dann 30—48 Stunden, und kehrt, wenn nicht befriedigt, nach 3—4 Wochen wieder. Am besten schickt sich die Zeit zum Zulassen im März oder April.

Das Mutterschwein geht 4 Monate im Durchschnitte trächtig, worauf es dann die Jungen leicht und ohne Hülfe zur Welt fördert. Die Schweine wachsen bis ins 4. Jahr und werden leicht 15—20 Jahre alt. Während der Trächtigkeit sind die Mutterschweine sehr gefräßig, es sind aber vor allem blähende Nahrungsmittel zu vermeiden.

Sehr bald nach der Geburt suchen die Jungen die Zitzen und die stärksten bekommen dann die besten und die schwächeren die schlechtesten. In den ersten paar Tagen kommt es leicht vor, daß das Mutterschwein beim Hinliegen ein oder das andere Junge erdrückt, weßhalb man kurzes Stroh zur Streu nehmen und überhaupt sonst Acht geben muß. Die jungen zur Aufzucht bestimmten Ferkel muß man besonders vor Kälte schützen und es ist die Temperatur von Rindviehställen am besten hiezu. Der unangenehmste Fall ist der, wenn nach der Geburt das Mutterschwein sich bösartig gegen die Jungen zeigt, indem es dieselben nicht bloß tödtet, sondern auch frißt.

Das Mutterschwein staunt oft schon 2—3 Wochen nach dem Wurfe, seltener später. Will man nun wieder bald Junge haben, so muß man die Loß gleich zukommen lassen, denn sonst dauert es oft lange wieder, bis sie wieder staunt.

Nach 4 Tagen, wenn das Wetter gut ist, ist es sehr vortheilhaft, die Jungen mit der Alten ins Freie zu lassen.

Eigentlich sollten die Jungen an der Mutter saugen, solange sie nicht sich vollständig und ohne Rückschlag im Wachsthum zu erleiden, selbstständig ernähren können; namentlich ist es erste Regel für solche Schweine, welche man aufzuziehen gedenkt. Gewöhnlich beendet man die Saugzeit nach 3—4 Wochen, bei besonderer Sorge für die Nachzucht dauert sie auch 6 Wochen.

Ferkeln mutterlos aufzuziehen, ist nach unseren eigenen Erfahrungen eine mißliche Sache und kann höchstens durch die Noth gerechtfertigt seyn. Selbst wenn immer, wie nothwendig ist, in sehr kurzen Zwischenräumen lauwarme Kuhmilch gegeben wird und künstliche Zitzen ꝛc. mithelfen, so gedeihen doch die Thierchen schlecht und viele sterben.

Sind nach oben erwähnter Art die Ferkeln noch während des Säugens auch an den Genuß anderer Nahrungsmittel gewöhnt, so können sie nach 4, 6—8 Wochen in der Art entwöhnt werden, daß man zuerst die stärkeren, dann die schwächeren und so allmählig alle von der Mutter entfernt, und zwar so weit wie möglich, daß dieselbe sie wenigstens nicht sieht. Ihre Nahrung sey dann Kraftfutter.

§. 7.

Künstliche Fischzucht.

Während bei den größeren Hausthieren von einer Einwirkung des Menschen auf die Vollendung des Jungen noch vor der Geburt nirgends die Rede ist, tritt dieses als wesentliches Mittel des Fortschrittes bei den kleineren, besser gesagt, bei allen, welche Eier legen, in den Vordergrund. Das Wichtigste der Lehre von der Bienenzucht und Fischzucht, selbst von der Blutegelzucht und Seidenzucht (da die Raupe ebensoviel noch dem Ei, wie dem Schmetterling angehört) und endlich vom Geflügel geht auf die Behandlung der Eier dieser Thiere behufs bedeutender Vermehrung hinaus.

Dieß ist nun gerade recht bei der sogenannten künstlichen

Fischzucht hervorgetreten, und ebenso der große Unterschied, der darin liegt, ob man es bei der beabsichtigten Vermehrung mit Thieren, welche Fleisch fressen, oder mit Pflanzenfressern zu thun hat

Die Schwierigkeit der Aufzucht der ersteren übertrifft die der letzteren außerordentlich!

Die künstliche Fischzucht mittelst künstlicher Bebrütung der Eier ist zwar von Stephan Ludwig Jakobi, einem Hauptmann in Lippeschen Diensten (geb. 1711, gest. 1784), zugleich Gutsbesitzer, im Größeren geübt worden, aber in den älteren Nachrichten von seiner Erfindung wird gesagt, daß er selbst es von einem alten Bauer (Fischer?) seiner Gegend gelernt habe.[1]

Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß erst durch langes Beobachten des Gebahrens der Forellen im Bruch (so heißt das im Kies von der Forelle während der Laichzeit gemachte Loch) irgend ein Fischer oder Liebhaber der Fischerei den Vorgang der Natur ablauschte und dann behufs der künstlichen Vermehrung benützte. Gewiß ist, daß 1763 die erste Nachricht von dieser Art Vermehrung im Hann. Magazin erschien und Jakobi, der damals noch Lieutenant, aber schon Gutsbesitzer war, als Erfinder bezeichnete. Gleditsch machte 1764 der k. preußischen Akademie zu Berlin Mittheilung und fortan bemächtigte sich die Embryologie der Sache, und von Sömmering bis C. Vogt haben die Physiologen viele schöne Arbeiten zur Förderung embryologischer Studien veröffentlicht, aber die eigentliche praktische Aufgabe, mit Nutzen junge Fische durch künstliche Befruchtung und Bebrütung zu vermehren, eben so wenig gefördert, als sie dieselbe erfanden, obgleich nach gemachter Beobachtung oft und immer wieder gehört wird, daß dieß eben nicht anders habe seyn können, was uns eine sehr wohlfeile Redensart zu seyn scheint. Wir werden übrigens gleich hören, daß der Kern der Aufgabe der künstlichen Fischzucht, trotz großen Eifers vieler Dilettanten hierin, noch keineswegs gefunden ist.

Jakobi's Entdeckung verscholl in Deutschland fast gänzlich, und welche heillose Ansicht man über künstliche Fischzucht doch zeitweise äußern konnte, beweist z. B. die Angabe, daß man in China leere Hühnereier mit Laich fülle und den Hühnern zum Ausbrüten unterlege!

[1] Wochenblatt d. landwirthsch. Vereins in Bayern XVIII. p. 128. (1828).

Dieselbe Zeitschrift[1] aber, welche diesen Unsinn brachte, theilt aber doch schon 1828 das ganze rechte Verfahren Jakobi's selbst mit und zwar nach der erprobten Nachahmung des Forstbediensteten Kaas in Koburg, wo überhaupt, wie im Lippe'schen, selbst künstlich Forellen nach Jakobi's Methode unausgesetzt bis auf die neueste Zeit gezüchtet wurden. Es ist nur von dem ersten Zusammenhang dieser Anstalten mit den ältesten von Jakobi nichts näher bekannt.

In Frankreich und Schottland wurden übrigens in den 30er und 40er Jahren da und dort Fische nach Jakobi's Methode gezüchtet, aber erst 1848 kam die in Frankreich von Remy wahrscheinlich neu gemachte oder wenigstens fortgepflanzte Entdeckung wieder nach Deutschland, nachdem Quatrefages zu Paris sich ihrer wieder angenommen hatte.

Fischer in Lippe und Koburg übten lange Jahre die Methode Jakobi's an den Eiern ihrer in Gefangenschaft gehaltenen Forellen in der Laichzeit als eine Nebenproduktion gleichsam neben der natürlichen Vermehrung, aber weder ihr praktisches Verfahren, noch die Ankündigung in der bayerischen Zeitung machte irgend eine Wirkung zur Nachahmung, bis 1848 es von Frankreich als Modesache nach Deutschland wieder gebracht wurde. Sofort bemächtigte sich zuerst der landwirthschaftliche Verein von Bayern, einem an Flüssen und Seen, auch an Salmoneen mehrerer Gattungen reichen Lande, der Erfindung, ließ durch den I. Sekretär des Generalcomite eine kleine Versuchsanstalt in München an der Centralthierarzneischule, wo sich eine sehr passende, leider nur zu schwache Quelle befindet, einrichten, unterrichtete Fischer in dem neuen Verfahren, ließ Reisen nach Hüningen machen, förderte die Organisation der Fischerklubbs, organisirte neue Brütanstalten, vertheilte Preise, publicirte seine Erfahrungen, kurz that alles, um diesen vielversprechenden Betriebszweig im Lande heimisch zu machen.

Fischeier werden zwar im Mutterleibe d. h. im Rogener reif, aber erst außerhalb desselben mit der Milch (des Milchners) befruchtet und ausgebrütet. Die Eier streift der Fisch bald an seichten Stellen an Wasserpflanzen ab, wie z. B. eine große Menge von Weißfischen, Karpfen, Karauschen, Lauben 2c. und die ärmeren Seefischer in Bayern haben schon längst in gewissen Theilen der

[1] Wochenblatt d. landwirthsch. Vereins in Bayern XIV. p. 667.

Seen Gerüste mit Flechtwerk von Weiden ꝛc., angebracht, um dieses Laichen zu begünstigen; oder sie legen die Eier an Steine an, wo sie oft gleich dem Froschlaich zusammenkleben — oder endlich sie streifen dieselben auf Steinen in eigenen Nestern, Brüche genannt, ab, wie namentlich die zur großen Familie der Lachse (mit der charakteristischen Fettfloße!) gehörigen Fische thun. Bei diesem Ausstreifen des Rogeners läßt der Milchner die Milch zutreten und die Befruchtung ist rasch vollendet. Von da an thut das Wasser alles, — das Wasser brütet aus, nicht der Fisch, und im Wasser ist's begreiflich die Wärme vorerst, die wirkt, dann die Luft im Wasser selbst — und endlich das Wasser als solches.

Von allen Bedingungen des Gedeihens, welche bisher über die künstliche Fischzucht bekannt wurden, kann man mit Gewißheit sagen, daß die Luft, zusammenwirkend mit gleichmäßiger Temperatur des Wassers, die erste ist, dieselbe zu befördern. Die Luft, für Menschen wie Thiere das Nöthigste, hat also gewiß viel Einwirkung auf die Eier und Embryone, denen selbst kleine Wasserbewegungen (die jedoch auf keinen Fall vermittelst Steinen aus gebranntem Kalk, ungern nur durch metallene sich oxydirende Gefäße verursacht werden dürften) sehr förderlich sind. Das erste Bedingniß der Luft, daß sie rein sey, muß auch hier beobachtet werden, indem man die todten Eier möglichst schnell entfernt und schädliche Gase verhütet.

Nach der Luft haben Fischzüchter zuerst auf die Temperatur, und nicht sowohl auf die Einwirkung der im Wasser gelösten wenigen Mineralbestandtheile, zu merken, welche sich im Wasser des Hochgebirges wie der sekundären Gebirge oft sehr kalkig zeigen. Ja selbst die so werthen Zeugen eines Forellenbaches, Veronica Beccabunga und Anagallis, Kresse, Wassermerk- und Patamogeton-Arten hängen sehr viel von der Temperatur, nicht den Wasserbestandtheilen ab, was uns ja auch die Pflanzen verschiedener Klimate beweisen. Die Temperatur also ist sehr zu beachten, insofern sie auch die Wasservegetation hegt, die den jungen Fischen durch die Insektenlarven, Würmer, Schnecken ꝛc., welche sich an die Pflanzen hängen, von sehr großer Bedeutung ist.

Nach unsern Erfahrungen haben die ächten Forellenbäche bei uns im Durchschnitte zwischen 5—8° R. Wärme. Die Wärme mancher solcher Quellen steigt nach unsern Thermometerbeobachtungen im Winter bei größerer Kälte um ½—¾ Grade und noch

darüber, und zeigen in kalten Dezembertagen beim Thermometerstand von 14,3° C. im Freien eine Wärme von 8,9° C. — später aber im Thauwetter nur 7,3° C. Mitte Januar aber haben sie wieder 8,5° C., welche Wärme sie nur beim Austritt aus der Erde, 200 Schritte davon, langsam rieselnd, dagegen schon einen Grad weniger zeigen. Hiemit dürfte man in Forellenbächen bei 6—8° R. die Bebrütung vornehmen.

Im Schlier- und Tegernsee laichte im Dezember bei 6,3° C., in einer Tiefe von 10 Fuß 7° C., der große Salmling, S. Umbla. Sowie letzterer scheinen sich auch Rheinlachse in niederer Temperatur behaglich zu fühlen, denn die von Hüningen übersendeten Eier starben in unsern 6—8° R. warmen Forellenquellen häufig, während sie im laufenden Brunnenwasser von 3,8—4° C. sich sogar, obwohl langsam, zu vollkommenen Embryonen heranbildeten. Auch im Wasser von 4—6° C. brüteten wir mit Erfolg. Die Eier von S. Umbla, S. Salar und S. Fario, sogar die der Rutte (Lota marmorata), starben alle schnell ab, bei einer Temperatur von 10—13° R. wechselnd. Wenn auch Forelleneier, welche schon bis zum Ende bebrütet, in Quellen von + 2° C. ausschlüpfen und am Leben bleiben könnten, so können Sommerlaichfische doch nur in einer viel höheren Temperatur zur Entwicklung gelangen.

Quatrefages' Erfahrungen beweisen, daß die Kraft der Milch im Wasser

beim Hecht nur etwas über 8 Minuten,
„ Karpfen . . . . . 3 „
„ Barsch und Barbe . 2 „

dauert.

Sie bleibt es bis zu einer Temperatur von

2° C. beim Hecht,
12° C. „ Karpfen,
15° C. „ Barsch,
23° C. „ Barbe.

Selbst gefrorne Hechtmilch verlor erst die Kraft nach 5stündiger Kälteeinwirkung von 10—12° C. Dagegen hatte bis zum Eispunkt abgekühlte, jedoch keinen Tropfen Wasser enthaltende Fischmilch 64 Stunden lang ihre Kraft behalten. Da sich die Milch, die jedenfalls im Milchsack seyn muß, im Wasser nicht aufheben läßt, so ist das Aufbewahren in Kälte im Winter vorzüglich möglich. Jedoch ist ein

Temperaturwechsel von 4—5° über oder unter gewöhnlichen Grenzen den Fischeiern, wenn nicht immer tödtlich, so doch äußerst schädlich.

Die gleichmäßigere Quellentemperatur verursacht auch hauptsächlich das Stromaufwärtsziehen der Laichfische.

Quatrefages hält es für das Beste, wenn die Temperatur des Wassers wie folgende ist:

bei Winterfischen	(z. B. Forellen)	4— 6° R.,	
„ Frühjahrsfischen	„ Hechten	8—10°	„
„ Vorsommerfischen	„ Barschen	14—16°	„
„ Sommerfischen	„ Barben	20—25°	„

Wir bebrüteten bei 4° C. Forellen und Salmlinge mit Erfolg aus.

Obwohl zweifelhaft, ob Forellen hier laichen, kann man gewiß sagen, daß sie bei verhältnißmäßig sehr niederer Temperatur in Bächen, zumal Moorbächen, existiren können.

Professor Dr. Meister, der treffliche Physiker, versichert, und auch ich kann es aus Erfahrung sagen, daß in der gleich unterhalb Freising in die Isar mündenden Moosach, einem hellen klaren Moorbach, viele Forellen leben und doch war die mittlere Temperatur des Moosach- und Isarwassers in 5 Jahren, zu Freising untersucht:

	Moosach	Isar
Januar	3,9	1,8
Februar	3,8	3,2
März	5,1	5,3
April	7,6	8,3
Mai	9,4	10,0
Juni	11,8	11,2
Juli	12,1	13,8
August	11,8	13,6
September	9,2	10,5
Oktober	7,7	8,6
November	5,8	5,0
Dezember	3,7	2,0
Jahr	7,7	7,8

Es war also im Dezember und Januar, der Forellenbrutzeit, die Temperatur der Moosach nur 2° höchstens über jene der Isar gestiegen — und im allgemeinen nur 3,8° R.

In meinem Versuchsapparat konnten Forellenembryone bei 2° C. nicht nur leben, sondern auch, gleichwohl mangelhaft, ausschlüpfen.

Um die rechte Temperatur zu ermitteln, in der ein Laich ohne Nachtheil leben kann, würde man sich ein Verdienst für den künftigen Fortschritt der künstlichen Fischzucht erwerben, wenn man der Temperaturerhebungen mehrerer Quellen und bayerischen Flüsse gedenken wollte, die Conservator Lamont bekannt gemacht hat.

Welches der Wasser also zum Ausbrüten am vortheilhaftesten sey, wird man sehen, wenn man die eigenen Beobachtungen der Temperatur des Wassers, in dem Fische regelmäßig laichen, den oben erwähnten Versuchen Quatrefages gegenüberstellt. Wenn ein Fisch etwa im April laicht und dazu 12° R. Wassertemperatur braucht, so kann das Isarwasser z. B., welches im April nur 8° R. durchschnittliche Temperatur hat, dazu nicht dienen.

Indeß beachte man folgende Bemerkungen:

a) Die Flüsse kommen alle im Winter auf ungefähr gleiche Temperatur herab; im Sommer theilen sie sich in zwei Klassen: solche, die aus gefallenem Regen, und solche, die theilweise aus geschmolzenem Schnee ihr Wasser beziehen. Man kann also für alle Flüsse in Deutschland, mit Berücksichtigung auf letztgenannte, die Temperatur der Donau und Isar annehmen.

Zur Aufklärung der hier erwähnten Verhältnisse dient ein Exemplar des „Jahresberichtes der Münchener Sternwarte, für 1852, wo S. 115 gleichzeitige Temperaturen der Donau, Isar und Ilz aufgezeichnet sind.

b) Was die Temperatur der Moore in Süddeutschland betrifft, sowie der daraus laufenden Gewässer, so ist zu berücksichtigen, daß die Quellen an und für sich in ihrer Temperatur wenig ändern, und letztere zu $7^1/_2{}^0$ angenommen werden kann, in größerer Entfernung dagegen vom Ursprung aus der Erde nimmt die Wärme im Sommer, im Winter die Kälte zu. Die Temperatur der Moosach gibt zur Beurtheilung dieser Verhältnisse einen richtigen Maßstab.

c) Die Temperatur der Seen am Ufer weicht sehr wenig von der Temperatur der Donau ab, jedoch zeigt sich in größerer Entfernung vom Ufer und in größerer Tiefe die jährliche Variation der Temperatur geringer, so zwar, daß im Sommer eine geringere Wärme, und im Winter eine geringere Kälte stattfindet. In dieser Beziehung besitzt übrigens die k. Sternwarte keine entscheidenden Beobachtungen.

d) Die Temperatur der offenen Gewässer steigt und fällt mit

der Lufttemperatur, jedoch um weit geringeren Betrag. Damit das Verhältniß der gleichzeitigen Aenderungen der Luft- und Wassertemperatur unter verschiedenen Umständen nöthigenfalls ermittelt werden könne, ist in allen Tabellen die Lufttemperatur beigeschrieben.

Es ist bei der Befruchtung der Eier, die oft in 5 Minuten, manchmal auch in kürzerer Zeit geschehen ist, nichts zu bemerken als sehr leichte Trübung, die überdieß nur zu täuschen scheint. Das Keimbläschen zeigt sich unter einem dunkeln Flecke sehr bald an. In ein helles Glas, mit Wasser gefüllt, gebracht, sieht man schon nach 24 Stunden im Ei einen dunklen Querstreifen im obern Drittheil desselben entstehen. Dieser Streifen zeigt die Grenze der von der äußern Haut sich trennenden innern Dotterhaut an. In der Mitte der innern Haut auf dem Grenzstreifen bildet sich ein, dann zwei, dann mehrere Hügel, von vielen Oeltröpfchen umgeben, und nach vier Tagen ist dieser sogenannte Furchungsproceß, der ein Zeichen der gelungenen Befruchtung ist, vollendet. Von nun an sieht man bloß äußerlich einen weißen, weniger durchsichtigen runden Fleck — eben an der Trennungsstelle der innern Haut — umgeben von großen Oeltröpfchen. Dieser Fleck verändert öfters seine Stelle bei der Bewegung, was uns bis jetzt als ein ungünstiges Zeichen erschien. Nach 10—14 Tagen (bei Salmonen) wird der sich mehr aufhellende Fleck dahin verändert, daß, gegen das Licht gehalten, im Innern des Eies vorerst ein Ring, bald darauf ein mit konischer Zuspitzung und schmal kolbenförmigem Anfange versehene Embryo — ganz einem Pflanzenembryo, z. B. bei der Erbse ähnlich — und querliegend erscheint. Nun ist kein Zweifel mehr an der gelungenen Befruchtung, selbst für minder Geübte. Nach vier Wochen erscheinen dann bei Forellen und Salmlingen, später bei Rheinlachsen zwei schwarze Punkte, der eine mehr, der andere weniger deutlich — die zwei Augen des nun ganz deutlich mit Herz und Blut bereits sichtbar versehenen Fischchens.

Sie schlüpfen nach 43—56 Tagen aus, jedoch nicht zu gleicher Zeit, sondern während 8 Tagen nach einander.

Da das Bedecken des Laiches mit Kies die Verfolgung der Pilze sehr erschwert, und hiemit, wenn auch unsern Erfahrungen gemäß dem bedeckten Ei nicht an sich, so eben doch durch Erschwerung der Controle gefährlich ist, so können wir den früheren Angaben, daß die Fischchen zum Ausschlüpfen der Eierbedeckung mit feinem

Kies bedürfen, was bei allen oben genannten Fischen nicht der Fall ist, unmöglich Beachtung schenken.

Jene Eier aber, welche nach 3—4 Wochen noch immer keinen Querstreifen, sondern jenen runden, undurchsichtigen und weißlichen Fleck zeigen, sonst aber ganz hell bleiben, selbst bis zum Ausschlüpfen fort, jene Eier sind leer, — d. h. nicht befruchtet. Der Fleck ist also erst nach einer bestimmten Zeit ein Kennzeichen mangelnden Gedeihens, vorerst aber ganz normal, obgleich das Gegentheil oft behauptet wurde.

Die weitere Behandlung des unter die Steine sehr begierig sich verkriechenden Fischchens von der Salmonenfamilie besteht lediglich darin, sie da zu lassen, wo die Eier standen, und sie gerade so wie diese zu pflegen, d. h. zu reinigen von todten Eiern und vorhandenen Pilzen. Nach 3—4 Wochen können sie dahin versetzt werden, wo man sie aufziehen will. Wir sind auch, wie französische Züchter, gegen die künstliche Auffütterung; obgleich die kleinen Fischchen doch sehr vielen Feinden ausgesetzt sind.

Wenn die Befruchtung gleich in demselben Wasser vorgenommen wird, in welches die Brutkästen selbst eingestellt werden, so findet nur dann ein Temperaturwechsel statt, wenn die zur Befruchtung bestimmte Blechbüchse, Schüssel u. s. w. längere Zeit außer dem Brutwasser steht. Das Wasser wird dann in ihr nach und nach die Temperatur der Luft anzunehmen streben, was bei großer Differenz dieser von jener des Brutwassers, namentlich im Winter und im Freien, leicht bedenklich werden kann.

Kommen aber die Eier in ein anderes Wasser, als das bei der Befruchtung ist, dann muß beim Einsetzen der befruchtenden Eier Sorge getragen werden, daß der Temperaturwechsel nur nach und nach vor sich gehe, was durch vorheriges Einstellen der Gefäße mit dem Laiche in die Brutwasser vor dem ständigen Einsetzen leicht geschehen kann.

Jedoch sterben fast alle Eier in kurzer Zeit ab, wenn dieselben in einem heftig bewegten Wasser selbst transportirt werden, indem die Durchdringungsverhältnisse auf mechanische Weise gestört werden und das innere Häutchen zerrissen werden kann. Der Transport im feuchten Moos sowie passenden Wasserpflanzen ist auf jeden Fall vorzuziehen, insofern er auch viel leichter ist.

Ist das Ei undurchsichtig weiß, seine Haut zerstört, — verfault — und ist es nach etwa 3 Tagen mit einem Schimmel bedeckt (also

auch vergrößert), der botanisch als eine Wasserpflanze, eine Alge — Leptomitus clavatus — bestimmt wird, so ist es verdorben.

Diese Alge, welche sich an kranken wie todten Fischen, auch verfaulenden Fischtheilen befindet, hat, obwohl sie keine Uebergangsform zu vollkommenen Cryptogamen ist, mit den Hygrocrocisarten der Fette große Aehnlichkeiten, zunächst zu Pilzen, die ich durch verschiedene Versuche aus ihnen nicht zu erzeugen vermochte. Obgleich die Aeste der Alge selbst gesunde Eier umschlingen, und, was jedoch nicht immer der Fall ist, wie in Filzknoten sie verweben und ersticken, so sind die Keime nicht im Stande, auf gesunden Eiern zu wachsen, und die angeschwollenen keulenförmigen Enden der Alge stecken doch voll Brutkörner. Wir sehen in ganz alten mit Schlamm bedeckten Knoten von Algenfäden gesunde embryonenhaltige Eier — oft aber auch den ganzen Bündel aus todten bestehend. Bis jetzt ist diese Keulenalge (ein wahres Oidium der Gewässer) bei einiger Reinlichkeit nicht besonders gefährlich.

Bei kleinem Laiche heben die unmöglich zu entfernenden todten Eier, resp. deren Algen, die ganze Eiermasse, gesunde und todte, auf die Wasseroberfläche.

Oefteres Reinigen mit dem Haarpinsel ist auch hier zu empfehlen.

Ein anderer Feind der Eier und insbesondere nur der mit dem schon ziemlich ausgebildeten Embryo versehenen, ist ein kleiner Wurm, wohl eine Larve, der leichtlich mit dem Laichen selbst beim Ausstreifen der Fische in den Brutkasten kommen kann. Er frißt die äußere Haut nagend durch und frißt dann den gerinnenden Inhalt, insbesondere den Embryo. Leere, auf dem Wasser schwimmende Eierhülsen, wie wenn das Fischchen schon ausgeschlüpft wäre, sind die Kennzeichen dieses schwer zu tilgenden, weil schwer zu findenden Feindes.

Ein Feind des Laiches und der Embryone, der in von Draht geflochtenen Fischreußen, jedoch schwer, gefangen wird, ist die schwarze Wasserspitzmaus, die auf ihren Wanderungen besonders gefährlich ist. Der gefährlichste aller Feinde findet sich aber unter den Diatomeen und Conferven des süßen Wassers, von welchen mehrere Arten ihre Keimzellen in unsäglicher Menge an dem Kiese ansäen, die Steine braun und gelbgrün färbend und sich so entwickelnd. In derselben Weise und zwar noch rascher, wie sich die Confervensporen an den Steinchen ansetzen, so thun sie es an den Fischeiern, trüben diese, hindern die Diffusion und damit die Transpiration, und schon

ausgebildete Embryone sterben eben so rasch ab, wie eben befruchtete Eier. Man glaubt die Pest sey über die Eier gekommen, so zahllos fallen täglich Opfer. Nur die tiefer unter dem Kies dem Lichte unzugänglich liegenden erhalten sich etwas.

Es gibt zum Glück zwei sehr radikale Hülfsmittel gegen diesen Feind; sie sind: schnell fließendes Wasser oder starke Strömung und — Mangel an Licht.

Ersteres ist das Zuverläßigere.

Am schädlichsten schienen uns Meridion circulare und Synedra mucida neben Diatoma pectinata, Synedra acicularis, parvula und Vaucheriae.

Wir haben niemals von zu starker Strömung bei den Salmonen Nachtheile gesehen, falls der Laich in den unten zu bezeichnenden Büchsen eingeschlossen war, wohl aber sehr bedeutende von zu schwacher.

Unserer Ansicht nach ist die Geschwindigkeit der Wasserströmung von 60—70 Fuß in 1 Minute sehr passend, und eine von 20 Fuß jedenfalls nothwendig. Nur in diesem Falle reinigen sich die Eier bei geringer Nachhülfe von selbst.

Diese Reinheit und Entfernthaltung der Conferven wird insbesondere durch Gefäße mit verschließbarem Deckel unterstützt.

Daß uns an ganz dunkeln Orten Fischeier auszubrüten gelungen ist, kann beweisen, daß Mangel an Licht ein Hinderniß für das Gedeihen der Diatomeen und Conferven, keineswegs aber für die Fischbrut ist.

Es ist eine auffallende Erscheinung, daß bei starkem Diatomeenansatz die Embryone, absterbend, weiße Flecken bekommen, so daß man schon lange, ehe das ganze Ei weiß wird, den Verlust desselben voraussehen kann. Das Weißwerden des Eies rührt von seinem öligen Inhalte her, welcher sich nicht im Wasser auflöst, sondern damit nur eine weiße, allmälig gerinnende Emulsion bildet, was auch im Weingeist der Fall ist. Durch die zwei Eihäute muß nun offenbar die Beziehung zwischen Embryo und seine nährende Eiflüssigkeit einerseits und dem Wasser und seinen Gasen andererseits stattfinden.

Eine Störung der Diffusion, welche begreiflich hier die erste Rolle spielt, bewirkt bei dem befruchteten oder unbefruchteten Ei das mehr mechanische Eindringen des Wassers, d. h. die Emulsion bildet sich und trübt das Ei, es wird weiß; und große Durchsichtigkeit

geht als ein gutes Zeichen für das Gedeihen des Eies hervor. Doch aber werden manche Eier, wie jene von S. Salar und S. Trutta, etwas dunkler gegen die Zeit des Ausschlüpfens ohne Nachtheil, und alle Eier überhaupt ändern gegen das letzte Dritttheil der Bebrütungszeit ihre Farbe. Sie erhalten einen eigenen oft ins violette spielenden röthlichen Hauch von Farbe, die der Salmlinge werden dunkler gelb.

Da die Entfernung der todten Eier (im kalten Winter namentlich) sehr mühsam und beim kleinen Fischer ein großes Hinderniß ist, die Methode zu verbreiten, so ist die Vertheilung des nur kurze Zeit bis zum Ausschlüpfen dauernden Laicheinsatzes sehr zu empfehlen. Das Wegnehmen der todten Eier geschieht mit gewöhnlichen Zängelchen (pincettes), die spitz zulaufend bei bereits eingetretener Verschimmelung vortrefflich sind. Ist letzteres noch nicht der Fall und die Eier sind noch glatt, dann sind pincettes mit löffelförmigen Enden vorzuziehen. Das Ausheben der Eier mit Röhren, auf die der Daumen luftdicht schließend gedrückt wird, ist nur im Kleinen anzuwenden.

Da vieles Herumbewegen der Eier, namentlich bald nach der Befruchtung, schädlich ist, so ist es sehr gut, genau zu bemessen, wann Arbeit oder Bewegung des Laiches absolut nöthig ist.

Lebende wie todte Eier werden von mehreren Vögeln begierig verzehrt; ja wir sahen selbst eine Amsel aus seichtliegenden Kästen Eier herauspicken und verzehren.

Es ist gut, dafür zu wachen und namentlich die todten Eier nicht in der Nähe des Brütplatzes auszuleeren, um die Freunde der Eier, das heißt die Feinde der Anstalt nicht einzuladen, die in schneereichen Wintern begreiflich um so lieber und öfter als Gäste kämen.

Auch Mäuse sind solche arge Feinde der Eier, namentlich derer mit Embryonen. Uns verzehrten sie in Einer Nacht aus einem offenen Korbe über 200 Rheinsalmeier, deren Embryone sie herausfraßen, die Eihaut aber liegen ließen. Die Reste fanden sich verschleppt am trocknen Lande.

Doch ist's uns zweifelhaft, ob es die gewöhnliche Feldmaus oder blos Sorex fodiens war, da beide am Platze gesehen wurden; da ihr Herbeikommen namentlich im Winter doch immer zu hoffen ist, so ist ein guter Verschluß der Brutkästen um so mehr nothwendig.

Auch eine eigenthümliche Eierkrankheit ist uns schon vorgekommen. Die äußere Eihaut fällt dann an schon weit ausgebrüteten Eiern ab, an einigen Stellen wie aufgenagt, der Inhalt, von

der zweiten Haut umschlossen, ist verhärtet, sulzig, wie ein wassersüchtiges und doch verhärtetes Zellgewebe. Der Embryo liegt unverändert an seinem gewöhnlichen Orte und stirbt erst später ab.

Es ist von den französischen Autoren dem Abgießen des ersten Wassers, in welches die Eier gestreift wurden, bevor die Milch zugesetzt wird, viel Bedeutung beigelegt worden, was auch bei den Fischen, welche ihre Eier in eine solche im Wasser leicht aufquellende viscöse Masse eingehüllt haben, sehr zu beachten, jedoch bei Forellen, Lachsen, Salmlingen — den Salmonen überhaupt überflüssig ist, wenn nur immer der Laich in nicht zu wenig Wasser rasch befruchtet wurde.

Was überhaupt von großer Bedeutung und insbesondere bei den edlen Süßwasserfischen, den Winterlaichfischen ist, sind die zum Gelingen künstlicher Fischzeugung nöthigen Gefäße, die man bisher nicht sehr zu beachten schien, von denen aber empfohlen wurden: Blechbüchsen oder besser Blechkapseln, Körbe und Holzkästen, mit Drahtgittern am Ein- und Ausgang des Wassers versehen. Deßgleichen sind neuerlich von Paris aus Siebe mit galvanisirtem Drahte, dann ganz hölzerne Siebe vorgezeigt worden. Auch gläserne Gefässe, verschließbar, sind empfohlen worden, und im Detmoldischen braucht man seit langem schon steinerne Kufen oder Tröge. Nach eigenen Erfahrungen geben wir bis jetzt den Blechkapseln aus Zink und eigens konstruirten Thongefäßen den Vorzug.

Die Holzkästen mit den Drahtgittern an den Enden haben den Nachtheil, daß sie wegen der letzteren die Strömung zu stark brechen, oder falls man die Maschen des Netzes größer machen läßt, der Strömung allzu große Gewalt gestatten. Die Strömung ist aber nur gut für die Eier wegen des Abschwemmens aller Conservensporen, die dabei nicht haften können, deßgleichen von manchen schädlichen Fischwürmern, — dann wohl auch des häufigeren Wasser- und damit auch Luftwechsels überhaupt wegen, aber keineswegs um die Eier beständig durcheinander zu quirlen, oder auf einen Haufen hinzutreiben. Ein anderes Uebel ist, daß die Holzkästen selbst an den Rändern im Wasser sehr bald Conserven, und zwar sehr üppig wachsende, ansetzen, und so eine unversiegliche Quelle dieser Feinde bilden. Sie sind ferner auch leichter von Mäusen zu öffnen, namentlich wenn an den Gittern nicht alles genau schließt, die Deckel sich werfen, der Verschluß mangelhaft wird.

Anders begreiflich verhält sich's für Sommerlaichfische, welche ruhiges Wasser wollen und in kurzer Zeit ausschlüpfen.

Die Körbe haben in noch höherem Maße die eben angeführten Nachtheile, namentlich den des unmöglichen Verschlusses gegen schädliche Thiere, aber weniger den der extremen Strömung. Freilich kommt dagegen wieder leichtes Verderben des Flechtwerkes dazu.

Die Blechbüchsen haben zwar den Nachtheil der Oxydation, welche indessen nur den wenigen im Kies versteckten und der Wand anliegenden Eiern auch nur ausnahmsweise schädlich wird. Auch werden sie dadurch, d. h. durch den Rost, bald zerstört.

Am wenigsten zeigten uns Zinkblechbüchsen oder Thontiegel mit Oeffnungen und Deckel Nachtheile, wohl aber die ausgezeichnetsten Vortheile, wie namentlich:

1) die der allseitig geregelten Strömung, welche durch die rundum eingeschlagenen Löcher so gut geleitet wird, daß sie den rascheſten Wasserwechsel bei geringster mechanischer Störung der Eier verstatten;

2) schädliche Thiere jeder Art sind abgehalten; gegen den Diebstahl der Menschen schützt in eigener Brütanstalt der abendliche Verschluß der Brütkanäle. Anderwärts mögen auch Fischkästchen dieß manchmal verstatten;

3) da durch die Büchsen kein Licht eindringen kann und überdieß die Strömung groß und allseitig ist, so setzen sich in denselben keine Conferven an, was allein schon durchschlägt. Es ist unrichtig, daß, wenigstens bei den Winterfischen, das Licht von Bedeutung beim Ausbrüten sey. Wir brüten in finsteren Kanälen, noch dazu in Blechbüchsen verschlossene Forelleneier in 43 Tagen aus;

4) man hat beim Reinigen der Eier mit dem Pinsel niemals die große und schädliche Gewalt anzuwenden, welche in Holzkästen nöthig ist, weil bei den Büchsen, sobald der Deckel geöffnet ist, das oben bis zum Rand laufende Wasser durch seine Strömung innerhalb der Büchse sehr zur Reinigung mithilft.

5) Endlich ist wegen geringerer Ausdehnung des Terrains die Ueberwachung und Controle der Brut viel leichter möglich, als in großen Kästen.

Die Einrichtung von verschließbaren Brutkanälen, in welche die Eier ohne alle Gefäße gleich direkt eingesetzt werden sollen, wird bei uns beabsichtigt. Gebrannte und glasirte Thongefäße nach Art der Blechbüchsen sind sehr empfehlenswerth und bestanden bei

uns die Probe. Das Anbringen von Glas auf den Deckeln könnte Licht zuführen und die Beobachtung der Vorgänge im Innern erleichtern.

Schwimmende Brütkästen hat Rueff empfohlen.

Die Erfahrung, die Wichtigste zur Vermehrung der Fische in einem großen Lande, hat bisher gezeigt, daß auf geeignete Weise befruchtete wie unbefruchtete Fischeier, auch Milch ohne zu verderben, weit versendet werden können. Die Vermehrung der Fischarten an Orten, wo sie zur Zeit nicht heimisch sind, ist offenbar in viel größerem Maße möglich, als man glaubt, was uns schon die mehr gleichbleibende Temperatur des nur an seiner Oberfläche besonders klimatisch alterirten Wassers, wie jene des Festlandes und der davon abhängenden und in der Luft als medium lebenden Organismen, andeutet, wenn wir auch nicht in der enormen Meerfischeverbreitung, die in ungeheuren Verbreitungsbezirken gefunden werden, wie in der gleichförmigen Meeresvegetation das deutlichste Beispiel hätten.

Fische, die in Flüssen vorkommen, welche in die Ost- und Nordsee münden, werden höchst wahrscheinlich von dem Donaugebiete nur geographisch getrennt und finden bei aufgehobenen Hindernissen in letzterem Fortkommen. Und haben nicht die Römer in alter Zeit aus vielen Seefischen selbst durch Kultur Süßwasserfische gemacht?

Es gilt also, den befruchteten Laich überallhin mit Sicherheit und wohlfeil transportiren zu können.

Die Methoden von Gehin und Remy sind unpassend gefunden worden, und selbst jene von Coste mit feuchtem Sand angegebene ist bereits übertroffen. Coste sowie die Ingenieurs Detzem und Berthot in ihren Berichten empfehlen feuchten, sehr feinen Sand. Dieser, wohl gewaschen und noch feucht, wird in eine gewöhnliche aber nicht bloß geleimte hölzerne Schachtel geschichtet zu etwa 1 — 1½ Zoll Höhe, darauf wird eine Lage Eier dünn und ohne daß sie sich berühren (?) ausgebreitet und wieder mit ganz feuchtem Sande bedeckt; darauf folgt eine neue Lage der Eier u. s. f. Eier und Sand, bis eben die Schachtel voll ist. Der Deckel muß dann so gut schließen und die Füllung der Art seyn, daß kein Umschütteln oder Herumrollen des Sandes möglich ist. Am besten sey eine Schachtel 4 Zoll tief und 8 — 10 lang; außerdem würde die Sandmasse zu schwer werden. Die Schachtel in eine Kiste, oder mehrere Schachteln in eine Kiste gepackt, wäre dann transportfähig.

Soferne große und starke Eier, welche einigem Druck widerstehen können (z. B. Salmarten), so verpackt werden sollen, wird alles gut gehen, bei den zarteren schwerlich, begreiflich am wenigsten bei den schnell Auskriechenden.

Es ist übrigens eine sehr interessante Thatsache, daß die Periode des Wachsthums des Embryo sich verkürzen oder verlangsamen läßt, je nach der Temperatur des Wassers, das man anwendet. Man kann Forellen in 43 Tagen und wieder in 110 Tagen ausbrüten. Ersteres ist uns selbst gelungen, letzteres gibt Coste an. Obwohl der Embryo in 43 Tagen ebenso vollkommen ausgebildet wird, wie in 60 oder 100 Tagen? Die letzten Grenzen dieser Zeit, mit welchen man gleichsam dem Embryo das Leben verlängert oder verkürzt, sind noch unbekannt. — Es scheint diese Dehnbarkeit mit dem notorisch hohen, zumeist ganz unbekannten Alter vieler Fische zusammenzuhängen.

Die bessere, von uns oft erfolgreich geübte Methode der Verpackung zur Versendung ist das Einschichten der Eier, selbst bis zur gegenseitigen Berührung, zwischen Lagen von Wassermoosen — von mehreren Arten der Gattung Sphagnum — Sumpfmoos.

Auch zwischen Fontinalis, Charen und Potamogeton crispum und densum schichteten wir schon ein.

Die Hauptsache aber ist, die ganz angefüllten Schachteln mit Wärme nicht leitenden Körpern zu umhüllen und dann erst in das Kistchen zu setzen, vorausgesetzt, daß man die Füllung bei einer den Fischen zuträglichen Temperatur — einige Grade über 0° bis zu höchstens 9—10°C. bei den Salmonen, — höher auch bei den Frühlings- und Sommerlaichfischen, vorgenommen habe. Sind die Eier angekommen, so sollen sie vorerst allmählig an die Temperatur des ihnen für die Zukunft angewiesenen Wassers gewöhnt werden. Man stellt sie sammt der Schachtel in ein der Lufttemperatur nahekommendes Wasser in einem Gefäße, indem man diesem Wasser allmählich von dem Brutwasser zusetzt bis alles die Temperatur des letzteren angenommen hat. Auch die Versendung der jungen Fische selbst kann leicht und ohne Nachtheil geschehen und zwar, wie Coste meint, um so leichter, je jünger sie noch sind. Nur solle man sie gleich nach dem Ausschlüpfen an den Ort oder eigentlich in das Gefäß bringen, in welchem man sie versenden will. Der Zusatz einiger Wasserpflanzen scheint ihnen besonders nützlich.

Gewiß ist, daß die jungen Fische eine große Lebenszähigkeit haben und sich lange Zeit in allerlei Gefäßen lebend erhalten, vorausgesetzt, daß ihnen mäßiger Wasserzusatz von Zeit zu Zeit gegeben wird. Nur ein ganz kleiner Wasserfaden, ihnen als Zufluß geschenkt, vermag sie Monate lang am Leben zu erhalten. Der Transport der Fischchen in schwimmenden Fischbehältern auf Flüssen und Kanälen ist begreiflich das leichteste.

Seit bereits 1848, also 12 Jahre lang, bestehen die neueren, von Frankreich ausgegangenen Methoden der künstlichen Erzeugung von Fischen mittelst künstlicher Befruchtung und Bebrütung, und es ist Zeit, nach den Resultaten nunmehr zu fragen.

Während im Lippeschen und Koburgischen für den Hausbedarf gleichsam im Kleinen seit Jacobi's Zeiten fortgezüchtet wird, beginnt man in Frankreich bereits, sich mit den Resultaten, von Coste etwas anticipirt, unzufrieden zu äußern. Das älteste Etablissement in Deutschland seit der neuen Epoche, die Brüteanstalt an der Veterinärschule in München, wird nur mehr zu Versuchen benützt, die Nachfrage nach bebrüteten Eiern hat nicht zugenommen, neue Anstalten mit Unterstützung von landwirthschaftlichen Vereinen oder mit Staatsunterstützung, gleich jenen in Frankreich, sind nicht entstanden; es hat also die Entdeckung nicht den vorerst erwarteten und mit dem Enthusiasmus des Empfanges harmonirenden Fortgang genommen.

Gleichwohl besteht außer an den ältesten deutschen Anstalten noch in Schottland, in Frankreich, in Rheinpreußen und besonders an vielen Orten in Bayern die Methode künstlicher Bebrütung vieler Arten der Lachse in Uebung und erhält sich, ohne daß indessen große Brutverkäufe in Folge der Vermehrung sich gewahren ließen. Dieß aber wäre das Einträglichste, also das Endziel solcher auf Gewinn jedenfalls berechneten Einrichtungen.

Man ist von der Zucht von Brut im Großen abgekommen und zur halbwilden Züchtung mit Freilassen der Fische nach dem Verschwinden der Nabelbläschen zurückgekehrt.

Die Ursache liegt darin, daß man die jungen Fische noch nicht mit Vortheil aufzuziehen gelernt hat. Das Aufziehen ist der wunde Fleck der ganzen Operation.

Man hat gelernt, mit sehr geringen Verlusten (kaum 10 Procent) junge Fische aus den Eiern zu gewinnen; man kann sie auch bis zum Verschwinden des Inhaltes des Nabelbläschens ohne besonderen

Verlust erhalten, auch noch 2—3 Monate darüber — aber alle bis jetzt bekannten Nahrungsmittel, die man den Fischen gibt und die sie auch begierig haschen, ersetzen nicht die natürliche Nahrung derselben. Es ist noch kein vollkommenes Surrogat dieser, oder ein Mittel, mit Vortheil die natürliche Nahrung derselben in Masse zu liefern, bekannt. Das zu finden wäre Aufgabe der Zoologen, und nicht hintendrein, wenn es die Praktiker gefunden haben, zu sagen: das sey richtig und könne auch gar nicht anders seyn.

Es ist zwar gewiß, daß eine große Zahl von jungen künstlich bebrüteten Fischen, ins passende Wasser ausgesetzt, sich fortbringen und den Fischbestand mehren, aber es steht dieß doch nicht im Verhältniß zur aufgewandten Mühe und der eingesetzten Masse.

So lange man nicht das Gelingen der künstlichen Aufzucht in engeren und gut abgeschlossenen Räumen unter statistischer Controle erprobt hat, muß man sich mit der halbwilden Zucht, wie oben angegeben, begnügen. Sie hat noch immer so viele Vortheile, daß diese künstliche Aufzucht bei Fischwasserbesitzern, die sie kennen, in Uebung bleiben wird.

Wollte aber Jemand ein System von Bächen und Weihern in der Art einrichten, daß sie bei richtiger Berechnung der Größe für die Zahl der eingesetzten halbjährigen Brut von allen Feinden durch völliges Wasserablassen, wenn auch nur für einen Tag, gereinigt und später künstlich ernährt werden könnten, nachdem sie zuerst natürliche Nahrung genug fanden, so bin ich fest überzeugt, daß ein sehr günstiges Resultat erfolgen muß. Für hinreichende natürliche Nahrung bis zu einem Jahre Alter ist durch reichliche Wasserpflanzen, wie sie den Forellenbächen eigen sind, schon ein Jahr vor dem Besatz eingesetzt, zu sorgen. Diese Wasserpflanzen bergen Milliarden von Insekteneiern, Larven, Weichthierchen &c., welche eben die natürliche und beste Nahrung der jungen Brut bilden.

Die einjährige Brut gedeiht erfahrungsgemäß fortan durch künstliche Nahrung, z. B. Blut, Leber, Rogen, Fischstückchen &c. Wir züchteten so in drei Jahren in einem kleinen Weiher von nur 200 □′ Fläche 30 Pfund Forellen.

Es kann begreiflich auch bei vollem Schutz der Bäche vor Diebstahl und vor Raubfischen doch nur eine gewisse Zahl von Fischen, z. B. Forellen, in denselben sich natürlich fortbringen. Schon der Gehalt des Wassers an Luft bedingt dieses, geschweige

erst die Nahrung, welche die Natur nur zeitweise reichlich gibt. Es mag z. B. in 100 Kubikfuß geeigneten Wassers eine pfündige Forelle im Freien existiren können, d. h. Nahrung und Luft genug finden, und Forellen leben nicht gesellig, wie eben die meisten Raubthiere — wenn also ein Bach 100,000 Kubikfuß Wasser bei gehöriger Tiefe enthält, so mögen 1000 pfündige Forellen oder 1000 Pfund Fischfleisch von der Forellenart hier existiren können, zu welcher Annahme mir freilich vorerst jeder Beweis fehlt. Es soll aber auch nur ein Beispiel seyn, um zu zeigen, daß, wenn die Annahme eines bestimmten Raumes für Fische richtig, weil nothwendig ist, es auch nichts helfen kann, noch Millionen kleiner künstlich erzeugter Fischchen hineinzusetzen, denn es werden bei aller Sorge für sie und bei natürlicher Ernährung am Ende doch nicht mehr als 1000 Pfd. Forellenfleisch sich hier am Leben erhalten können.

Auch das Gewöhnen der jungen Brut an künstliche Fütterung ist, wenn man sie frei läßt, sehr schwer. Denn eben, weil sie Raubfische sind und nicht gesellig leben, zerstreuen sie sich instinktartig sehr bald und es ist dann unmöglich, jedem frisches Futter zugänglich zu machen. Das alt gewordene, mit Wasser vollgesaugte, nehmen sie aber nur ungern an.

Wir theilen in der Anlage einen von Kaufmann verbesserten, von uns ursprünglich angelegten Laichkatalog noch mit, mit dessen Beihülfe vielseitig experimentirt werden kann, wenn noch die Temperatur des Wassers richtig getroffen wird.

§. 8.

Ei der Insekten.

Bei den Insekten gibt es sehr verschieden geformte Eier, aber allen ist gemein ein schon im Eierstock gebildetes, derbes und festes Chorion, unter welchem noch eine besondere Dotterhaut vermuthet wird, welche den Dotter und die Vitellinsubstanz einschließt. Die Menge des Dotters ist bedeutend, das Keimbläschen deutlich sichtbar, excentrisch, von einem Dotterhofe umgeben.

Die Insekteneier werden in röhrenförmigen Blindschläuchen des Ovarium und zwar im sogenannten Keimsach entwickelt, in welchen sie perlschnurartig liegen, die unteren viel mehr entwickelt als die oberen.

Die Eier der Insekten sind sich nach dem Legen selbst überlassen,

(Zu Seite 416.)

	V. Temperatur des Wassers nach Celsius.	VI. Entwickelungszeit der Eier.	VII. Unterschiede gegen die Angabe der Laichzeit
Hecht.	8—12°.	14—26 Tage.	V. Febr. und März.
Sander.	6—12°.	Unbekannt.	C. u. F. } April und S. u. V. } Mai.
Kaulbars	8—10°.	15—20 Tage.	
Neunaug			
Aesche.	8—12°.	30—36 „	
Stint.	8—10°.	5—10 „	
Barsch.	8—12°.	8—14 „	S. März bis Mai.
Plötze.	10—12°.	5—10 „	V. April bis Mai.
Maifisch	10—12°.	20—25 „	nach V.
Blei, B	10—12°.	8—10 „	
Barbe.	8—10°.	10—15 „	
Karausch	16—20°.	6—8 „	S. 2 Wochen.
Karpfen.			V. 3 Wochen Entwickelung.
Wels,	16—20°.	12—14 „	S. 4 Wochen.
Grundel			
Gründli			
Schlei.	18—25°.	6—7 „	S. April bis Juni.
Huchen.	5—7°.		
Bachfore	5—8°.		
Gangfisc			
Seelachs			
Salm,	im Brutapparate bei	Verzögerung bis 3 Mo-	C. Novemb. — Febr.
Salblin	5—8° und Dunkelheit.	nate.	S. Oktob. — Januar.
Lachsfor			S. Oktob. — Dezemb.
Bodenre	bei 10—12° und Zu-		
Maräne.	tritt des Sonnenlichts.	5—6 Wochen.	F. Frühjahr.
Balchen.			
Ritter,			F. Dezemb. bis März.
Wildfan			
Quappe			
B			

bewahren ihre Keimfähigkeit in niederer Temperatur sehr lange (sehr viele regelmäßig bei uns den ganzen Winter durch) und entwickeln sich unter passenden Verhältnissen in einer eigenthümlichen Zwischenform, gleichsam provisorisch, als Fortsetzung des Eilebens, welche bei ihnen viel complicirter als bei andern Thieren auftritt. Sie erhalten eigene Organe zur Ortsbewegung und zur Gewinnung der Nahrung, sie werden gleichsam selbstständige Geschöpfe, obgleich doch thatsächlich die Organe der Larve nur provisorisch sind. Sie verschwinden bald allmählig, durch Häutung, nach Verpuppung, oder plötzlich.

„Eine Larve ist nichts anderes als ein Embryo mit freiem und selbstständigem Leben. (Leukart.) Dieses sein freies Larvenleben ist die Epoche seiner stärksten Metamorphose.

Die flügellose Insektenlarve ist insbesondere auf Nahrungszufuhr in großem Maßstabe angewiesen, sie hat daher starke Kaukiefer und verschlingt grüne Blätter (Raupe) in großer Masse (die Seidenraupe viel mehr als sie wiegt an einem Tage), die sie als vollendetes Insekt gar nicht mehr berücksichtigt. Bei mehr ausgewählter Nahrung muß sie nun aber andere Organe zur Bewegung haben als Füße allein, sie hat Flügel.

Nach vollendeter Nahrungszufuhr und aufgespeichertem Bildungsmaterial fällt sie bei Annäherung in die Metamorphose in den Puppenschlaf, aus dem sie nur vollendet wieder erwacht. Das Larvenleben hat eine viel größere Ausdehnung als man früher glaubte. Es beschränkt sich nicht bloß auf nackte Amphibien (Frösche) und Insekten, sondern auch Krebse, Mollusken, Würmer, Strahlthiere stellen viele Repräsentanten einer eigenen Art desselben, die man Generationswechsel genannt hat. Strahlthiere, Würmer beginnen sogar schon nach dem Furchungsproceß ein freies, selbstständiges Leben. Von den Eingeweidewürmern wird unten weiter die Rede seyn.

a) Der Seidenwurm.

Der Seidenwurm ist die Raupe eines Nachtschmetterlings (Lepidoptera, Abtheilung Phalaenae, Nachtfalter) der zur Gattung Bombyx gehört. Die Raupen dieser Gattung spinnen sich am Ende ihrer Lebensperiode in ein Gehäuse von Seide ein und werden deßhalb zur Gewinnung dieser gezüchtet. Man kennt als

Arten außer den bei uns gemeinen B. mori noch die Arten B. mylitta und B. cynthia.

Aus den Cocons oder Galetten (den Gehäusen) schlüpfen je nach der Temperatur des Lokals in 10—20 Tagen die Schmetterlinge aus, nachdem sie das Gehäuse durch Ausspritzen von Saft an einem Ende erweicht haben. Ihr einziges Geschäft ist die Paarung und das Eierlegen, worauf die Thiere nach ein paar Tagen sterben.

Um gute Eier zu erhalten, ist nöthig, schon unter den Raupen die lebhaftesten, stärksten und schönsten zu trennen und besonders einspinnen zu lassen. Es ist dann ziemlich einerlei, wie fest die Cocons sind, die sie verfertigen, obgleich letzteres der Vererbungsfähigkeit dieser für die Kultur so wichtigen Eigenschaft wegen nicht unbeachtet bleiben soll. Dennoch behalten gewisse günstig gelegene Gegenden immer den Ruf der Züchtigung besonders guter Eier, beziehungsweise Racen (z. B. Brianza in Oberitalien.)

Die Eier seyen graublau (Farbe der Mohnsamen), glänzend, strotzend, obgleich in der Mitte mit einer kleinen Vertiefung auf beiden Seiten (einer Delle) versehen. Sie sinken im lauwarmen Wasser zu Boden. (Hlubeck.)

Sie werden, am besten auf Leinwand, auch auf Papier, gelegt, in einem trockenen Keller bei 1—10 R. aufbewahrt, obgleich ich sie gleichfalls an anderen Orten bei uns im ersten Sommer nicht wieder ausschlüpfen sah.

Im kommenden Frühling bringt man die Eier, gegen Ende Mai bei uns, weil sich dann die Knospen des Maulbeerbaumes in der Regel entfaltet haben und keine Nachtfröste mehr kommen, in einer ständigen Temperatur von 16—18° R. in kleine Schachteln ausgebreitet, wo sie in 6—14 Tagen sämmtlich ausschlüpfen und mittelst aufgelegter zarter Maulbeerblätter, an welche sie sich sogleich hängen, beliebig transferirt werden können. Man vereinigt je gleichalterige, z. B. die an einem Tage ausgeschlüpften. Man rechnet 230—300 Cocons auf ein Pfund, davon die Hälfte circa als Weibchen angenommen werden können. Ein Weibchen liefert aber durchschnittlich 500 Eier, man kann somit von ein Pfund Cocons wenigstens 57,500 Eier erhalten. Man rechnet 25,000 Eier auf ein Loth.

Nur jene Raupen, welche im Alter höchstens 1—2 Tage abweichen, können in ein und demselben Lokale in derselben Magnanerie mit Erfolg aufgezogen werden.

Dieß geschieht, um sie zu gleicher Zeit in die Häutung respective den Schlaf zu bringen. Man unterstützt diese Absicht, indem man einiges Futter zugibt, anderen abbricht, endlich, nachdem man sie alle auf gleicher Entwicklungsstufe hat, gleichmäßig fortfüttert. Sie entwickeln sich aber in fünf Lebensperioden. Man wird durchschnittlich 800 Pfund Blätter für 25,000 Raupen, das Produkt von 1 Loth, brauchen.

Man bekommt davon circa 60 Pfund Cocons, zu 40 kr. durchschnittlich das Pfund. Das Pfund Rohseide gilt durchschnittlich 11 fl. Man rechnet auf 10—14 Cocons 1 Pfund Rohseide. Man braucht für jene 800 Pfund Blätter circa 20 Bäume von 8—9 Zoll Stammdurchmesser. Es trägt dann der Baum etwa 2 fl. im Rohertrag, wenn er alljährlich benützt werden kann.

Die erste Lebensperiode der Seidenraupe dauert:

bei 20—24° R. 4 Tage,
„ 18—19° R. 5 „
„ 13—18° R. 8—10 Tage.

Der Raum für 25,000 Raupen (1 Loth Eier) sey zu Ende der Periode 9 Quadratfuß.

Futterbedarf 4 Pfund Blätter.

Die zweite Lebensperiode dauert:

bei 19—20° R. 3—4 Tage,
„ 16—19° R. 5—6 „
„ 15—16° R. 5—7 „

Raum 28 Quadratfuß.

Futterbedarf 8 Pfund.

Die dritte Lebensperiode dauert:

bei 19—20° R. 4—5 Tage,
„ 17—18° R. 5—6 „
„ 16—17° R. 6—7 „

Futterbedarf 35 Pfund.

Raum 44 Quadratfuß.

Die vierte Lebensperiode dauert:

bei 20° R. 5—6 Tage,
„ 16—17° R. 6—7 „
„ 15—16° R. 7—8 „

Futterbedarf 131 Pfund.

Raum 104 Quadratfuß.

Die fünfte Periode bis zum Einspinnen dauert:

bei 20⁰ R. 7—8 Tage,
„ 16—17⁰ R. 8—10 „
„ 15—16⁰ R. 9—12 „

Futterbedarf 658 Pfund.

Raum 230 Quadratfuß. (Hlubeck).

b) Die Biene.

Die Biene gehört zu den Hautflüglern und hat demgemäß vier häutige, wenig geaderte Flügel, welche in der Ruhe horizontal auf dem Leibe liegen.

Sie legt wie alle Insekten Eier, welche schon männliche oder weibliche Keime enthalten. Allein diese Eier bedürfen bei den Bienen während ihrer Entwicklung zur Larve ganz besonderer Fürsorge. Obgleich sie in schon sehr kurzer Zeit (3—5 Tage) bei einer hohen Temperatur des Stockes ausschlüpfen, zur Made (fußlosen Larve) werden, so kann sich doch diese in dem abgeschlossenen Orte, in der Zelle, nicht weiter Nahrung verschaffen. Deßhalb nun ist ein großer Theil der Weibchen bestimmt, diese Brut zu erziehen, indem sie selbst nur verkümmerte Geschlechtstheile besitzen und unfähig zur Fortpflanzung sind, um so mehr aber arbeiten.

Diese Arbeiter (Geschlechtslose) sammeln Vorwachs oder Kitt, Honig, Bienenbrod und Wasser, tragen diese Materialien ein, bauen die Zellen, ernähren die Larven, Puppen und Königin, vielleicht selbst die Männchen (oder Drohnen) und halten die Wohnung rein.

Außer ihnen besitzt jeder Stock nur ein Weibchen, die Königin genannt (der Weisel) und die eben erwähnten Männchen oder Drohnen. Man rechnet durchschnittlich 15 Arbeitsbienen auf eine Drohne, auf 10—30,000 Arbeitsbienen (1—3 Pfund schwerer Stock) 300—1000 Drohnen, immer aber nur eine Königin.

Manche nehmen an, daß die Arbeitsbienen nicht älter als ein Jahr würden, andere nehmen drei Jahre, gleich dem Alter der Königin, auch für die Arbeiter an.

Die Brutzellen für die Arbeitsbienen sind die kleinsten und werden zuerst gebaut, hierauf die etwas größeren für die Drohnen, endlich die größten (2—40 am untern Ende der Scheiben) zum Ausbrüten der Königinnen.

Die Arbeitsbienen können aber die verschiedenen Arten von

Zellen in einander verwandeln und aus den Brutzellen Honig- und Königinzellen bilden (Schierach).

100 Pfund mit Honig gefüllte Waben geben 100 Pfund Wachs. Die Larven werden mit Bienenbrod (Blumenstaub) und Honig vermischt ernährt, ebenso die Königin.

Die Königin ist 10—12 Linien lang und 3 Linien breit, mit Flügeln so groß wie die der Arbeitsbienen und 2 Eierstöcken mit vielen Säckchen, welche jedes 16—17 Eier enthält, die Eierstöcke münden in dem Legestachel (Legekanal), die Eier sind rund, schneeweiß, etwas klebrig und halten im Durchmesser $^2/_3$ Linien.

(Unhoch und Hlubeck).

Die Königin legt die Eier in die Grundfläche der drei Arten von Zellen und befestigt sie mit der Eiweißhülle. Legt sie männliche Eier in nicht für diese bestimmte Zellen, sondern in jene der Arbeitsbienen, dann entstehen eben nicht solche, sondern Drohnen abnormer Weise (die Buckelbrut), die wahren Drohnenbrutzellen sind die mittleren.

Da man annimmt, daß auch die Königin gleichviel männliche wie weibliche Eier lege (nach dem allgemeinen Naturgesetz) in einem Stocke aber viel mehr Arbeitsbienen (unvollkommene Weibchen) sich finden als Männchen (Drohnen), so muß diese Erscheinung besonders erklärt werden. Hlubeck thut dieß, indem er zeigt, daß ja zu den überwinterten Arbeitsbienen immer die neuen hinzukommen, während keine Drohnen zur Ueberwinterung gelangen, daß ferner die Drohnenbrut oft noch sehr spät ausgebissen wird, Larven, Nymphen und Eier von Drohnen werden oft hinausgeschafft, wie denn die Arbeitsbienen überhaupt erst an den Bau der Drohnenzellen gehen, wenn sie sich selbst schon bedeutend vermehrt haben und die Nothwendigkeit zu schwärmen sich nähert. Einige Drohnen begleiten dann immer den Schwarm zur Befruchtung der neuen Königin der Kolonie, aber es ist klar, daß sie verschwindend gering sind an Zahl gegenüber den Arbeitern. Der Bienenstaat ist von Grund aus ein socialistischer Arbeiterstaat, geregelt und geordnet in aller Einigkeit des Instinkts, wie hier natürlich ist. Die einzige Revolution, die darin vorkommt, macht die Königin, wenn sie, durch allerlei Einflüsse ausnahmsweise bestimmt (Wärme und Nahrung), bis zur Prädomination männliche Eier legt (den Adel gleichsam zu sehr begünstigt). Noch mehr aber wenn Nebenköniginnen

entstehen. Die Königin legt von April bis September durchschnittlich 40,000 Eier, hört erst mit kalter Witterung (Oktober) Eier zu legen auf, beginnt aber bei sehr milder Witterung schon im Januar wieder. Die Bienen fallen nicht in den Winterschlaf, sondern suchen, auf einen Klumpen sich vereinigend, sich warm zu machen.

Reichliche Nahrung und gute Witterung fördern das Eierlegen, die Ernährung der Brut, die Mehrung des Stockes.

Die gelegten Eier entwickeln in drei Tagen Larven, welche als solche 5—6 Tage von den Anbrütern ernährt werden, dann verpuppen sie sich, indem die Arbeiter zugleich die Zelle mit einem Deckel schließen, worauf sie nach verschieden langer Zeit als geflügelte Insekten zum Vorschein kommen.

Sie brauchen dazu und zwar:

die Königin	16	Tage	v.	d.	Larve	u.	19	Tg.	v.	Leg.	d. Eies an,
die Arbeiter	20	"	"	"	"	"	23	"	"	"	"
die Drohnen	24	"	"	"	"	"	27	"	"	"	"

Im Durchschnitt 23 Tage vom Eierlegen an.

(Huber.)

Rechnet man 7 Tage auf Reinigung rc., so kann in je 30 Tagen immer eine Generation sich vollenden, also vom April bis September etwa 5, jede zu 8000 Bienen, was 40,000 für Alle, also die Gesammtzahl der Eier der Königin angäbe. Aber die alte Königin wird nicht geduldet, wenn eine Junge in demselben Stocke erbrütet ist. Und wie alt wird eine Königin? Und die allergünstigsten Umstände lassen erst vier Schwärme im Jahr gewinnen und wie selten.

Die Königin stirbt oder wird getödtet, wenn sie keine Eier mehr legt; dieß ist wohl, da Insekten in der Regel nur für eine Generation fruchtbar sind, nach höchstens 10 Monaten der Fall, wenn sie auch nur 3—4 Monate lang Eier legt.

Die Drohnen befruchten die Königin, sie sind die einzigen Männchen im Stock. Sie werden nach diesem Akte früher oder später von den Arbeitern ausgetrieben oder getödtet (Drohnenschlacht).

Neulich wird eine Varietät der Bienen, die italienische sehr empfohlen. Sie sey fleißiger, treibe die Drohnen früher aus, vertheidige ihre Stöcke besser und sey doch viel sanfter und viel seltener stechend, als unsere einheimische.

VIII.

Die Natur in der Wirthschaft.

A. Das Grundkapital.

Das verbreitetste deutsche Lehrbuch volkswirthschaftlicher Grundsätze, das Lehrbuch der politischen Oekonomie von Rau, sagt (S. 270 5. Aufl.), die Benutzung von Grundstücken zu einer Art des Erwerbes kann bei günstiger Beschaffenheit einen die Produktionskosten weit übersteigenden Ertrag geben, der als ein Geschenk der im Boden wirkenden oder früher wirksam gewesenen Naturkräfte anzusehen sey. Diesen Ertrag kann man zur Benützung einem Andern übergeben, der dafür Pacht zahlt.

Man nenne nun ein Einkommen, das aus dem Eigenthum von Grundstücken ohne Mitwirkung anderer Erwerbsquellen fließe, Grund-, Land- oder Bodenrente. Zins vom Betriebskapital und Unternehmergewinn müßte davon wohl getrennt werden. Das Betriebskapital im weitesten Sinne ist aber „die andere Erwerbsquelle." Er kommt schon S. 274 in die üble Concession, das zu Meliorationen verwendete Kapital in die Basis der Grundrente, also in die „wirksamen Naturkräfte" übergehen lassen zu müssen.

Rau hat noch den physiokratischen Anflug Ad. Smith's bezüglich der mystischen Bodenkräfte mit herübergenommen.

Ricardo, bekanntlich der Vater der neuen Grundrentetheorie, will unter Grundrente nur die Vergütung für die Benützung der ursprünglichen und unzerstörbaren Bodenkräfte verstehen.

Die Vergütung (Grundrente) steige mit den steigenden Kosten der Beischaffung nothwendiger Bodenprodukte je durch Entfernung und Beschaffenheit der producirenden Flächen, des Klima und des Feldbausystems ꝛc.

Roscher sagt: „Grundrente nennen wir denjenigen Theil vom regelmäßigen Ertrage eines Grundstückes, welcher nach Abzug aller darin steckenden Arbeitslöhne und Kapitalzinsen übrig bleibt. Also ist sie der Preis für die Nutzung der ursprünglichen, unerschöpflichen, aber wegen ihrer Verbindung mit dem Boden aneignungsfähigen Naturkräfte.

Es ist überflüssig, noch mehrere aufzuzählen, sie sprechen alle in der Hauptsache gleichlautend. Versuchen wir nun einzelne Theile dieser Definitionen, welche der Grundrente ihren nationalökonomischen Charakter geben sollen, genauer zu untersuchen und dann die Haltbarkeit dieses Charakters selbst darnach zu beurtheilen.

Die Grundkräfte, unerschöpflich, ursprünglich, aneignungsfähig, Besitz an sich, das sind die Gegenstände unserer Betrachtung.

Das erste Eigenschaftswort der Definitionen der Grundrente verdient vor Allem unsere Beachtung, das ist das Wort „unerschöpflich," dem sich das andere „ursprünglich" anreiht.

Es ist kein Zweifel, wenn unter den Grundkräften des Bodens die physikalischen Eigenschaften der Schwere, Cahäsion, Adhäsion ꝛc. verstanden werden, so sind diese unerschöpflich, aber auch eben deßhalb nicht aneignungsfähig mit Ausschluß. Nur gerade ihre Verbindung mit dem Boden gibt dem Besitzer dieses einen Gewinn, und gerade ihre Verbindung mit den Maschinen, den Gewerbsstoffen allüberall gibt diesen denselben Gewinn, d. h. macht die Produktion überhaupt möglich.

Sind aber unter den Grundkräften Materien verstanden, wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Nitrate, Phosphate, Sulphate, Silikate, Chloride u. s. w., kurz der wägbare Stoff der Pflanzenmasse, sind diese „unerschöpflich?"

Man kann zwar annehmen, daß in den weitaus meisten Böden bei gehöriger Bearbeitung in südlichen oder gemäßigt wärmern Ländern jährlich so viele Mineralsalze der aufgeführten Gattungen frei werden, als die Vegetabilien selbst zum üppigen Gedeihen brauchen.

Sie brauchen aber nicht viel und nehmen nur sehr allmählig und langsam die Lösungen auf. Demnach sind einige der wichtigsten, wie die Nitrate und Phosphate selten in größerer Menge oder im rechten Löslichkeitsgrade vorhanden. So die erstern zu leicht löslich und auswaschbar, die letztern zu schwer löslich. Durch intensive Kultur jedenfalls kann ein Boden daran rasch erschöpft werden, und ein Gewerbsmann, der die Cohäsion, Schwere 2c. einer Maschine, wo sie etwa mit dem Eisen zugleich acquirirt wird, wie es von Landwirthen mit dem Boden geschieht, benützt, erschöpft sie durch Abnützung, durch Consumtion beim Gebrauch, wie der Pflanzenbauer sein Instrument, den Boden, erschöpft, indem er seine Bestandtheile in Form von Salzen, Ammoniak, Kohlensäure 2c. consumirt. Er ersetzt sie durch Bearbeitung und Düngung; der Fabrikant die Maschine durch Reparaturen und Neuanschaffung, was dasselbe ist. Wer düngt, schafft neue Pflanzennahrung nach, wer den Boden bearbeitet, bringt alte, schon vorhandene Pflanzennahrung durch Verwitterung wieder zur Wirksamkeit.

Weizen entzieht nach Fresenius dem Boden auf eine Hektare (vier hessische Morgen):

32,55	Kali,
3,32	Natron,
12,93	Kalk,
4,41	Magnesia,
20,31	Phosphorsäure,
20,58	Schwefelsäure,
129,35	Kieselsäure,
5,77	Chlorkalk und Chlorkalium;
229,22	Kilogramme oder etwa
× 2	
458,44	Pfunde,

also 114,61 Pfunde für ein Tagwerk; nach v. Liebig: 570,54 Pfunde, also ein hessisches Tagwerk 142,63 Pfunde.

Das gilt von kultivirtem Lande, vom Ackerboden; was von Wald, Weide und Wiese entzogen wird, ist von uns anderwärts klar gemacht worden. Man kann im Großen annehmen, daß dieß doch im nicht kultivirten Lande nur $^1/_3$ des oben erwähnten Abganges vom Weizenlande beträgt. Und doch sind weder die Mineralbestandtheile des Bodens, noch die pflanzennährenden gas- und dunst-

förmigen Bestandtheile der Atmosphäre im Allgemeinen erschöpfbar. Wie kommt es denn nun, daß man, wie wir selbst zuerst thaten, von ausgebrauchten, d. h. erschöpften Ländern spricht (Persien, Kleinasien, Griechenland ꝛc.)? Daß die Berichte des patent office der nordamerikanischen Union von einer gefährlichen, den Nationalwohlstand bedrohenden Erschöpfung des Bodens sprechen? Daß große Naturforscher, wie v. Liebig, vor dem zu großen Gebrauch raschlösender Düngerarten (der Ammoniaksalze) warnen, weil damit eine Erschöpfung des Bodens eintreten könne? Der Mensch vermag nicht Stoffe zu schaffen oder zu vernichten; er kann nur ihre Eigenschaften ändern, indem er anders die Stoffe mischt, vertheilt, verbindet, indem er ihre Kräfte zur Thätigkeit aufruft und Combinationen bildet, die außerdem von der Natur im gewöhnlichen Gang der Dinge nicht in's Daseyn würden gerufen worden seyn.

Von der in historischen Zeiten dem Erdballe zugekommenen Quantität Wärme, Licht, Luft und Feuchtigkeit ist erweislich meßbar noch nichts weniger geworden, wenn auch die fortschreitende Abkühlung des Planeten ein Minimum als Deficit sollte berechnen lassen.

Aber die Vertheilung ist vielfach eine andere geworden.

Ein Land, dem man die Wälder genommen, die See'n und Moore trocken gelegt hat, wird einen verschiedenen Feuchtigkeitsgrad der Luft gegen früher zeigen, es kann dieselbe Regenmenge wie früher nicht bloß in Europa, sondern auch in einem einzigen Lande desselben im Jahre fallen, aber in Form von abspülendem verheerendem Platzregen. Dieselbe Wärmequelle strömt unserm Planeten zu wie früher, aber eine durch Kultur veränderte Oberfläche desselben saugt mehr oder weniger davon ein, leitet anders, strahlt verschieden aus. Alle Abfälle aus dem Gesammtverbrauch der Stoffe, sofern sie nicht neu in den Kreislauf der technischen Stoffveränderung, der technischen Produktion gezogen werden, fallen der Landwirthschaft zuletzt als Dünger vorzugsweise zu. Der Landwirth am Anfange der organischen Urproduktion stehend, benützt sie zur Fabrikation von Kulturpflanzen. Wenn durch besondere Umstände, z. B. großen anstrengenden Bau von Handelspflanzen nur wenig von den Resten dieser auf das Feld zurückkommt, so ist nur eine andere Vertheilung eingetreten, irgendwohin kamen schon nach

dem Verbrauch, z. B. des Tabaks, des Rapses, des Weizens, die Stoffe, aus welchen sie ursprünglich gebildet wurden.

Aber diese Vertheilung ist begreiflich im Stande, ein Feld zu erschöpfen, wenn das, was ihm gehörte, einem andern zufällt, — oder gar durch Wasser dem Ocean zugespült wird. Daß dieß ebenso geschehen kann, wenn von Natur aus sehr reiche Flächen übermäßig angestrengt werden, wie in Nordamerika, ohne daß ihnen Ersatz dafür wird, liegt im Klaren, obgleich es Flächen geben mag (Tschernosem!), deren Erschöpfungsstadium nicht abzusehen ist. Inzwischen erschöpfen sich die Flächen nicht an Mineralbestandtheilen an sich, sondern nur an den zunächst löslich d. h. verwendbar gewordenen, — deßhalb zuerst an den verwesten organischen d. h. humosen Bestandtheilen. Und was in der Landwirthschaft der einen Fläche entzogen wird, ersetzt sehr häufig eine andere reichlich. Die Aschen der Kohlen- und Torflager, der Wälder, die Aschenbestandtheile des Mistes von ungedüngten Wiesen oder Weiden, von sogenannten landwirthschaftlichen Gewerben bringen oft reichen Ersatz den Feldern, deren Produkte verkauft, d. h. nicht in das Feld zurückgebracht werden.

Ein weiterer gern gebrauchter Ausdruck ist der der „Grundkräfte."

Ohne Zweifel haben die Theoretiker der Grundrente unter diesem Ausdruck „Grundkräfte" die Kräfte des Grundes und Bodens verstanden, — also die allgemeinen Kräfte, die aller Materie überhaupt angehören und jene der verwitterten und zerkleinerten Mineralbestandtheile wie der verwesenden organischen Substanzen, wie sie der hier vorliegenden Materie, dem Grund und Boden, dem Boden in agronomischem Sinne anhängen. Das aber sind die chemischen Affinitätskräfte, die Cohäsion und Adhäsion, die Schwere, das Vermögen, Wärme, Licht, Luft, Wasser zu absorbiren und Anderes. Alles Kräfte begreiflich, die aller Materie zukommen und es wäre lächerlich, Gewerbe zu suchen, welche nicht mit eben denselben, mit ihrer Aneignung und Benützung zu thun hätten, so lange sie nur sich überhaupt mit Stoffänderungen und Stoffumsatz beschäftigen.

Ebenso wichtig sind die Bestandtheile des Bodens, obgleich sie nicht unter den Ausdruck „Grundkräfte" gezählt werden können. Sie geben ja dem Produkte, das der Landwirth erziehen will, die Masse! Die neuere Lehre von der Pflanzennahrung weist nach,

daß diese theils aus dem Boden in Form löslicher Verbindungen (Nitrate, Phosphate, Sulphate, Silikate, Carbonate, Chloride 2c.) theils aus der Luft (Kohlensäure, Ammoniak, Wasserdunst und wohl einige in geringerer Menge vorhandenen Gase) stamme. Also sind Kali, Natron und Ammoniak, Phosphor, Schwefel, Chlor, Kiesel, Aluminium, Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan — es sind die vier organischen Elemente (O, H, N und C), massenbildende Materialien für die Pflanzen, sie sind Quellen von Nutzungen, also Kapitale, sie sind das Grund- und Bodenkapital, und es fragt sich, ist diese Art Kapital wesentlich von andern verschieden, so daß seine Nutzung einen andern Namen verdient?

„Wären Luft und Wasser von verschiedener Beschaffenheit," sagt schon Ricardo, „so würden sie eine Rente geben, wenn sie nämlich nach einander in Benützung genommen würden." Die Luft ist aber und noch mehr das Wasser wirklich verschieden! Ein Bierbrauer wird die Beschaffenheit eines Wassers, das z. B. gypsfrei ist, er wird hartes und weiches Wasser je nach Umständen verbrauchen. Die warme Luft (der Süden), die bewegte Luft (Wind), feuchte und trockene Luft, je nach der Lage eines Ortes verschieden vorhanden, erhalten Tauschwerth.

Sehen wir, welche Elemente als freie Güter der Gewerbsmann zu seiner Stoffänderung braucht, indem er ihnen neue Eigenschaften gibt, die Tauschwerth erlangen.

Daß jedes Gewerbe, welches Feuer braucht, den Sauerstoff der Luft sich unentgeltlich aneignet, die Alles bewegenden Wasserdämpfe vom unentgeltlich zu habenden Wasser gewonnen werden, daß der Bleicher Sonnenstrahlen, jede Trocknungsanstalt Wind und Sonne, die Windmühle, die Wassermühle Luft und Wasser, viele Farbenbereiter die Gase der Atmosphäre, die Zymotechniker und die auf Gährungsvorgänge basirten Gewerbe deßgleichen sich aneignen, ist allbekannt. Sie brauchen also Kräfte und aquiriren Materien, wie der Landwirth, a b e r o b a u s s c h l i e ß l i c h? Das ist der Kern des „a n e i g n u n g s f ä h i g" der Definienten!

Freie Güter haben keinen Tauschwerth, sagt die Schule, sie bleiben also außer Rechnung. Erst wenn sie nicht beliebig angeeignet werden können, dann behalten sie ihn. Bierbrauer, die eine besonders kühle, kalte, schattige, dem Luftzug dennoch zugängliche Stelle zum Kühlschiff brauchen, zahlen geeigneten Falles für

diese Minderung von Wärme, für gute Keller noch mehr. Die Stelle, der Boden erhält eine Rente aus einem aneignungsfähig gewordenen Gute, aber die Bodenkräfte kommen nicht im Entferntesten dabei in Betrachtung. Umgekehrt zahlen Bleicher und Gewerbsleute, die Trocknungsanstalten brauchen, und es gibt nicht viele, die sie nicht nöthig hätten! eine Vergeltung für Licht und Luft, da wo solche nicht beliebig zu haben sind. Der Windmüller, der auf Felsen oder in Sumpfland seine Mühle baut, kennt den Tauschwerth des von ihm in der bestimmten Lage benützten Windes, er würde gegen die Bepflanzung seiner Windrichtung mit Bäumen oder Häuserbau protestiren.

Alle Gewerbe, alle Industrien, vorab der Handel, können aus dem Standorte, der Lage ihres begreiflich an den Boden quovis modo gebundenen Produktionszweiges einen Uebergewinn erhalten, der ist die Standortrente = Bodenrente. Auch der Landwirth kann sie nur erhalten.

Die Grundrentefrage löst sich zuletzt in eine Frage des Standortes auf. Jede Industrie, jedes Gewerbe, jede Art Produktion, am meisten der Handel braucht den Standort vor Allem und je günstiger er ist, um so höher der Uebergewinn (die Rente) von andern. Man denke an die Grundrente bei Häusern gegenüber dem Baukapital.

Der Besitzer von Arbeitsthieren oder von Sklaven hat an ihnen nicht mehr als der Boden erschöpfliche, aber immer neu wieder producirende Werkzeuge, die Grundlagen für Arbeitskraft, eine Arbeitsgrundrente, welche bei Mangel anderweitiger Arbeitserzeugung hoch genug steigen kann. Die Maschinen erst drängen sie herab, ohne sie jedoch ganz aufheben zu können.

Es handelt sich zuletzt um die Aneignung von Elementen, die nicht unendlich vorhanden sind.

Wer Indigo darstellt, eignet sich unter Andern den Sauerstoff der Luft an, Thiere und Menschen, die arbeiten, deßgleichen, aber dieses Gut, „welches ein Bedürfniß befriedigt" wird als in unerschöpflicher Menge vorhanden angenommen. Wenn aber hundert Menschen in einem sehr engen verschlossenen Raum eingesperrt sind, kann der Sauerstoff (die Luft) Tauschwerth bekommen und der Standort an einer Thürritze kann eine hohe Rente abwerfen, offenbar eher eine Luftrente, als eine Bodenrente. Auch Grund und Boden erhält

erst Rente, wenn er bei gleicher Fruchtbarkeit in beschränkter Menge vorhanden, d. h. für die Bedürfnisse nicht weiter zu occupiren ist. Noch häufiger ist eine Klimarente denkbar, als eine Bodenrente (Produktion durch die physikalischen Eigenschaften). Das wärmere Klima erzeugt Uebergewinn bei gewissen Aeußerungen der Arbeitskraft (z. B. Wettlauf, Schnelligkeit überhaupt), bei geringerem Bedarf an Ersatz dagegen verleiht das kältere einen Uebergewinn bei nachhaltigen hohen Kraftanstrengungen. Der englische Eisenarbeiter hat durch das Klima viel mehr als durch die Race einen Uebergewinn in seiner Arbeitskraft resp. deren Leistung gegenüber einem Bewohner der Tropen.

Nicht bloß, wer Bergbau treibt, wer Wasser benutzt, wer „Lagen" überhaupt braucht, sondern jedes Gewerbe, jede Produktion hat Theil an der Grundrente, weil jede einen Standort braucht, der Schneider, der in Indien auf einem Baume seine Werkstatt hat, so gut wie ein Theaterunternehmer in London.

Der Landwirth braucht in der Hauptsache auch nicht mehr als den Standort für seine Pflanzen oder Thiere.

Stellen wir uns einmal vor, die Cultur der in der Luft schwebend wachsenden Epidendreen werfe einen großen Gewinn ab, welchen Theil hätte die Grundrente daran? Nicht mehr als den der Befestigungsort in der Luft trägt, d. h. weniger als der Baum des indischen Schneiders.

Warum haben jene Länder die größten Bodenerträge, welche nur mehr Handelspflanzen (oft reine Luxusgegenstände z. B. Tabak) bauen, also kein Getreide mehr, dessen unter den ungünstigsten Verhältnissen gebautes aber absolut nothwendiges Quantum den Preis alles Uebrigen bestimme und damit die Grundrente, d. h. den Uebergewinn liefere?

Je mehr Stoffänderung vorgenommen wird, um so mehr freie Güter werden incorporirt, um so mehr wird eine Vergütung dafür verlangt werden können, wenn sie Andern überlassen werden.

Der Schneider ändert nichts als die Form, nichts vom Wesen. Er incorporirt fast nur seine Arbeitskraft, die durch die Nothwendigkeit eines raschen Ersatzes die erste Eigenschaft eines freien Gutes verloren hat.

Die Frage der Kundschaft, die Tauschwerth gibt, löst sich in sehr vielen Fällen gleichfalls einfach als eine Frage des Standortes

auf und zwar um so mehr, je geringer die Concurrenz ist. Der isolirte Apotheker auf dem Lande, selbst der in irgend einem Stadtviertel, der gewöhnliche Krämer daselbst, sie Alle beziehen einen Theil ihres Uebergewinnes in sehr vielen Fällen nur durch die Lage oder den Standort.

Ein anderer Satz der Schule lautet: das Eigenthum von Grundstücken wirft ohne Mitwirkung anderer Erwerbsquellen im geregelten Zustande der Volkswirthschaft ein Einkommen ab. Man nennt dieses Einkommen Grundrente.

Sehen wir zu, wie hoch diese Rente ohne Mitwirkung anderer Erwerbsquellen und ob sie nicht bei fast allen Gewerben, die einen Standort brauchen, gleich hoch ist.

Diese Untersuchung beschäftigt begreiflich nur jene ältere Ansicht, welche die Ad. Smith'sche, eigentlich physiokratische Grundidee von der geheimen dem Boden inhärirenden Grundkraft zu produciren hegt, nicht jene, welche die Grundrente aus der Idee eines absolut nothwendigen unter immer schwieriger werdenden Bedingungen beizuschaffenden Produktes ableitet.

Der Wald zeigt, da er zumeist ohne alle Mitwirkung producirt, am klarsten die Grundrente. Je nach Boden und Lage producirt er z. B. für das Königreich Bayern, welches noch $1/3$ seiner Area mit Wald bedeckt hat und vielleicht am wenigsten auf dem Continent in dieser Beziehung deteriorirt ist, im großen Durchschnitt $1/2$ Klafter Holz auf ein Tagwerk, im Durchschnitt werth am Platze 3 fl. nach Abzug der Kosten des Fällens. Das beste, gartenähnlich bebaute Land um Erfurt, Bamberg, Nürnberg, Ulm, Frankfurt rc. würde, sich selbst überlassen, ohne andere Beihülfe, Gras produciren, bald zur Weide und bei Tieflagen zu Wiesen. Im ersten Fall ist der Reinertrag gleich Null, weil eine Weide wirthschaftlich nur jene Fläche seyn soll, welche die Aberntung nicht lohnt, also direkt unter den Zahn der Thiere fallen muß, Alpen- und Fettweiden ausgenommen. Diese gelten den Wiesen gleich, deren Durchschnittserträgniß im Großen nicht über 16 Ctr. per bayerisches Tagwerk geschätzt werden kann, im Werth am Platze (ohne jeglichen Transport) durchschnittlich zu 30 kr. nach Abzug der Erntekosten.

Wald, Weide, Wiese, sie können allein in sehr vielen Fällen als ohne Zuthun producirende Flächen angesehen werden, mit den meisten Ausnahmen die letztern.

Wird man glauben, daß bei irgend einem Gewerbe, welches ein Haus, einen Schuppen, Trockenplatz ꝛc. braucht, und welches brauchte nicht dergleichen? — nicht eben so viel auf ein bayerisches Tagwerk (40,000 □′) der benutzten Fläche von der mit dem Hause, Schuppen ꝛc. verbundenen Grundrente trifft? Sie wird ja in der Häusersteuer damit zugleich geschätzt und erreicht als auf den Standort bezogen in gewissen Lagen eine Höhe, welche in der Landwirthschaft auch z. B. in den besten Weinlagen niemals erreicht wird.

Ein Weinberg in der Champagne kostet nicht so viel als ein Bauplatz gleicher Größe am frequentesten Orte einer großen Stadt! Aber der Bauplatz producirt nur ein Haus, d. h. ein Manufakt, in welchem Eigenthümer oder Miether bald Produkte der Anerkennung und des Luxus, bald des täglichen Bedürfnisses, insbesondere auch Umsatz (Handel, Läden) erzeugen und wo die Kundschaft des Ortes (der Nähe wegen), also das Analogon der Grundrente aus dem Bedarf von schlechtern und entfernteren Grundstücken am schwersten wiegt. Man geht in einer großen Stadt, um häufig wiederkehrende Bedürfnisse zu befriedigen, nicht zu entfernten Kaufleuten, selbst wenn sie bessere Waare haben, sondern zu den nächsten und die Existenz der Kramladenkundschaft beruht zunächst hierauf. Wenn aber die Waaren dieser nächsten nicht für den Bedarf genügen, so werden mit großen Transportkosten auch entferntere unter ungünstigeren Umständen producirt werden und was diese kosten, das wird auch von den näher liegenden verlangt werden und diese erhalten den Uebergewinn = Grundrente.

Die Grundrente als das Produkt der Nothwendigkeit von Bodenprodukten aus entfernteren, weniger fruchtbaren, belasteten und selbst nach schlechtem System bewirthschafteten Flächen angesehen, nähert sich schon sehr der Erklärung derselben als Uebergewinn (surplus profit) und wir haben nichts beizufügen, als daß dieser ebenfalls allen Gewerben und dem Handel insbesondere in dem Maße wie dem Landwirthe zukomme.

Was ist aber ein Gegenstand absoluter Nothwendigkeit?

Absolut nothwendig für den Bestand des Menschen ist überall der Ersatz seiner Ausgaben, d. h. 60 Gr. stickstoffhaltige und 210 Gr. stickstofffreie assimilirbare Substanz für den erwachsenen Mann, also Proteinstoffe, Kohlehydrate und Salze, und zwar in einem

Klima, das keinen äußern Schutz gegen seine Angriffe fordert. In der gemäßigten und kalten Zone kommt noch die Kleidung hinzu, zwar ein Surrogat der Kohlehydrate, als Wärmeverluste hindernd, aber doch noch mehr als dieses.

Ob nun dieser Bedarf von bloß viehzüchtenden Hirten der Pampas in Form von Fleisch, Fett und Gemüsen ohne alle Cerealien, oder von Thran, Rennthiermoos und Fischfleisch, wie bei den Lappen und Grönländern, oder von überall wildwachsenden Cocospalmen, Palmtrieben und Oelfrüchten, wie von Neuseeländern, gedeckt wird, ist einerlei. Auch bei uns ist oft die Kartoffel und Kuhmilch der absolute Bedarfsbefriediger und nicht Getreide, und, wie schon gesagt, die höhere Stufe der Landwirthschaft verzichtet auf den Bau dieser absolut nothwendigen Nährstoffe gänzlich, sie baut Tabak, Runkeln, Karden, Raps und befindet sich besser als bei der Rücksicht auf die aus Nachfrage nach absolut nöthigen Bedürfnissen erwachsende Grundrente.

Die Fortschritte unserer Civilisation haben den Kreis des absolut Nöthigen so sehr erweitert, mit so unendlich vielen Surrogaten und Hülfsmitteln ausgefüllt, daß die Höhe jener absoluten Nothwendigkeit, ohnedem für jeden Kulturkreis verschieden, sich sehr abgemindert hat und der Stufe des Uebergewinnes sich nähert, den jedes Gewerbe auch zu erzielen im Stande ist.

Stellt euch ein Land vor, in dem Getreide, Pisang, Brodfruchtbaum und Cocospalmen z u s a m m e n wachsen, und von jeder Sorte dieser u n e n t b e h r l i c h e n Lebensmittel a l l e i n können Menschen leben, was ist hier die Grundrente? Wenn Pisang nicht genug gewachsen ist, hilft die Cocospalme aus &c. Ihr sagt, dennoch ist der Ueberschuß ü b e r die Vergeltung von Arbeit und Zinsen die Grundrente, sofern von w e n i g e r einträglichen Feldern noch das Produkt gebraucht werden m u ß. Wenn aber das m u ß sich auf die Sorten von Lebensmitteln vertheilt und niemals für eines allein eintritt? Welche Grundrente hat der Viehzüchter am La Plata? Jedes Produkt kann die Civilisation verhältnißmäßig ebenso unentbehrlich erscheinen lassen, als Getreide und Fleisch. Es gibt Leute genug, die lieber sich an Nahrung abbrechen, als keine schönen Kleider, Handschuhe, Hüte &c. tragen. Wenn nun die Zahl Hutmacher beschränkt ist (Concession, Zunft, Felle, Seide &c.) und die Nachfrage steigt sehr, so können alle Hutmacher außer Zinsen

und Arbeitslohnerstattung einen Uebergewinn = Grundrente machen. Sie genießen den Vortheil der Aneignung von Wasser, Luft, Sonne, chemischen Affinitäten von den Elementen und den Kräften, wie eben der Landwirth im Boden auch. Beide müssen sie durch Arbeit erst thätig machen. Auch wird der zu der Arbeit der Hutmacher, d. h. zur Acquisition der freien Güter besonders taugliche Ort von ihm vergütet.

Ricardo's Theorie läßt schon im Stich, wenn man anstatt Gegenstände absolut nothwendigen Bedarfs (Getreide) sich Gegenstände des Luxus (Kunstgärtnerei, Tabak 2c.) gebaut denkt, zu deren Gelingen der producirende Kapitalist (Unternehmer) schon mehr beiträgt, als der Boden an sich und der Transport. Die Grundrente ist ein Uebergewinn, den die größere Geschicklichkeit, bessere Benutzung der Naturkräfte und bessere Lage jedem Gewerbsmann auf lange Zeit liefert.

Wenn nun die Grundrente sich wie Grund und Boden nur als eine Art Capital, als eine Art Uebergewinn auf den allgemeinen Standort zurückführbar, entziffert, so fragt sich, wie steht es mit den Folgerungen, die von den Physiokraten schon halsbrecherisch genug herab bis auf die Schule Ricardo's und die neuesten Freunde des crédit mobilier aus der alten Theorie gezogen wurden und die bald durch die Besteuerung, bald durch das Zollwesen den Landwirth als solchen scharf berührten?

Der Arbeiter sucht Lohn, heißt so viel als: er sucht Nahrungsmittel. Je größer seine Nachfrage wird, um so höher steigt der Getreidepreis und um so höher der Uebergewinn der unter günstigen Umständen N a h r u n g s m i t t e l producirenden Landwirthe. Auf Kosten der allgemeinen Noth der arbeitenden Klassen erwächst dem ohnehin günstig Gestellten ein unverdienter Uebergewinn, so heißt der Schluß, und die Folgerung mit Besteuerung und Armengeldern, Einfuhr-Prämissen 2c. lassen nicht auf sich warten. Der Arbeiter, der bei einem jährlichen Einkommen von 150 fl. gegenüber einem Andern mit 1500 fl. freilich eine zehnfach ängstlichere Nachfrage nach Nahrungsmitteln äußert, braucht im Lohn auch ebenso absolut nothwendig Kleidung und Wohnung und Hülfe in Krankheiten, weil das alles ebenso nothwendig zur Erhaltung seiner Arbeitskraft d. h. seiner Art Kapital, dient, wie Brod und Fleisch. Auch sind mit Ausnahme eines Minimum alle Mitglieder des

Staats Arbeiter, wie alle Consumenten auch Producenten, alle Käufer auch Verkäufer.

Wenn also, wie wir oben gezeigt haben, das Getreide nicht allein und nur in gewissen Klimaten und bei besondern Civilisationsstufen eine Waare größter Nothwendigkeit ist, so erwächst aus der gesteigerten Nachfrage nach allem Lebensbedarf auch Allen, die solchen produciren, ein Uebergewinn, d. h. eine Art Grundrente.

Nur aber, sagt ihr, gleicht sie sich beim Gewerbswesen rascher aus. Wenn Leder stark verbraucht wird und die Viehzucht eines Landes genügt nicht, hinreichende Häute für die einheimischen Gerber zu liefern, so werden Rohhäute oder schon gegerbtes Leder eingeführt werden und das einheimische Fabrikat wird bei gleicher Güte mit dem fremden gleichen Preis, also möglicherweise einen großen Uebergewinn haben, der bald dem Viehzüchter, bald dem Gerber zufällt und nicht rascher ausgeglichen wird, als bis die Viehzucht sich hebt oder neue Concurrenten dem Gerber entstehen. Ersteres geschieht nicht schneller, als jede landwirthschaftliche Verbesserung überhaupt, letzteres wird die älteren Unternehmer treiben, Verbesserungen vorzunehmen, um im Uebergewinn durch Ersparung der Produktionskosten zu bleiben.

Wie wenig die Landwirthe diesen Uebergewinn aus der Kultur nothwendiger Nahrungsstoffe schätzen, zeigt sich daran, daß die lohnendste Kultur die der Handelspflanzen als Luxusgegenstände, wie des Tabaks und Hopfens, der Oelpflanze oder der Zuckerrunkeln &c. ist. So sehr drängen sie sich an die Uebergewinnart, welche ihnen aus den Vortheilen des mit Kapital und Arbeit allein operirenden Fabrikanten oder Unternehmers abfällt!

Ob ein Land, das die Bodenprodukte in Form von Vieh oder Getreide ins Ausland schickt, allmählig verarme? ist schon oft gefragt worden und namentlich bei Gelegenheit der Knochenausfuhr, also des Verlustes von Phosphaten zunächst zur Sprache gebracht worden. Obgleich in diesem Satze eine eigene Art Mercantilsystem, ein Viehmercantilism gleichsam, versteckt liegt und klar ist, daß man Getreide und Vieh nicht umsonst, auch nicht um gerade Geld, das ja nur Werthzeichen ist, zu erhalten, wegschickt, sondern „Werth gegen Werth," so liegt hier doch etwas Besonderes, die schwer ersetzbaren Mittel der Urprodukte Betreffendes, das Beachtung zu verdienen scheinen möchte.

Wenn immer dem Boden Stoffe entzogen werden, ohne sie ihm zu ersetzen, muß er verarmen. Die uns für Vieh und Getreide geschickten, durch das Geld nur vermittelten Colonialprodukte und Fabrikate ersetzen die Art pflanzennährender Stoffe, z. B. Phosphate, Nitrate 2c. nicht so, wie es nöthig wäre. Ein großer Handelsstaat führt in der Regel viele Rohprodukte ein und Fabrikate davon aus, die Abfälle bei der Fabrikation kommen in sehr wohlfeiler Weise seinen Urprodukten zu Gute. Es gleichen sich so schon durch die Kultur stark angestrengte Länder mit jenen, die Ueberschuß an Bodenschätzen haben, aus. Wenn in der That nur bedeutende Ueberschüsse von Pflanzennahrung im Boden für die Kultur wirksam sind, so müßte ein Nachtheil den immer Bodenprodukte ausführenden Ländern wenigstens für einige Zeit zugehen, um so mehr, als nicht abzusehen ist, wie bei dem Import fremder Fabrikate und dem damit zusammenhängenden niedern Stande der Bodenkultur die Mittel beschafft werden sollen, um später Ersatz wieder herbeizubringen. Sonst aber zeigt sich der Boden nicht so leicht erschöpfbar, als man glauben möchte.

„Eine immer stärkere Befruchtung des Bodens mit Kapital und Arbeit führt, wenn die landwirthschaftliche Technik übrigens dieselbe bleibt, endlich zu dem Punkte, von wo an jeder neue Kapital- und Arbeitszusatz relativ minder einträglich wirkt."

Die Erfahrung zeigt, daß dieß nur ausnahmsweise vorkommt und daß die Regel ist: jede Vermehrung von Kapital und Arbeit geht mit Besserung der landwirthschaftlichen Technik Hand in Hand, ja diese steht in der Regel an der Spitze des Fortschrittes. Neue verbesserte Pflüge, Dreschmaschinen, Putzmühlen werden viel früher angeschafft als Kunstdünger oder als neue Fruchtfolgen (Systeme) eingeführt.

Die Grenze des landwirthschaftlichen Ertrages ist an sich auch vorerst nicht meßbar.

Wir schließen, daß Grund und Boden nichts als ein Kapital ist, das andauernd mehr Uebergewinn (dann Bodenrente genannt) gibt und andauernd mehr Verlust vertragen kann, als andere Kapitale. Es unterliegt größeren Schwankungen als andere Kapitale, weil von klimatischen Verhältnissen und der Jahreswitterung abhängig. Die Kunst des Ackerbaues muß daher auch mehr gegen

diese zur Abhülfe, als zur bloßen Ernährungs- d. h. Düngerfrage werden. Wie, wenn im occupirten engen Raum durch immer höhere intensive Wirthschaft der nöthige Nahrungsbedarf herbeigebracht wird, Alle gleich gut wirthschaften, und die Transportkosten = 0 sind, wo steckt da die Grundrente? Hier ist nichts als Kapitalnutzung und Arbeit nebst Aneignung freier Güter! Die Bodenproducenten befinden sich am besten, sie stehen auf der höchsten Stufe gewerblicher Entwicklung, wenn die Bodenrente im Verhältniß zu den Kapitalzinsen und den Unternehmergewinn bei der Produktion immer geringer wird. Der immer mehr zunehmende Werth von Grund und Boden liegt in der Erkenntniß dieses Satzes von Seite der Landwirthe und nicht in der falsch erklärten Grundrente.

B. Die Arbeitskraft.

Naturkräfte, Grund und Boden, Kapital und Arbeit sind die Güterquellen vor Allen. Dem Landwirth allein gelingt eine völlige Verschmelzung der drei ersten in ihrer Betrachtung, die letzte muß aber gesondert erörtert werden, obgleich die Arbeitskraft eines Menschen sich wirthschaftlich dem Kapital gleich verhalten muß, wenn sie Güterquelle seyn und bleiben will.

Der Staat sorgt für die Erhaltung dieser Güterquellen, aber gerade die Naturwissenschaft gibt ihm allein die besten Gründe an, wie und wann er dieß am besten und sichersten thun kann. Die Landwirthschaft liefert aber der Naturwissenschaft die beste Erfahrung, gleichsam das Experiment dazu.

Landwirthschaftliche Arbeiter sind entweder Dienstboten oder Taglöhner. Erstere bilden das Gesinde, ein Ausdruck, den das Gewerbe und die Industrie, noch weniger der Handel für ihre Arbeiter nie, wohl aber die Familie an sich überall anwendet. Unter dem Gesinde ragt als Arbeiter hervor der Knecht und die Magd, und nur wenige uralte Gewerbe haben diese Namen von der Landwirthschaft herübergenommen, — so die Metzger, Müller und Schuster. Es gab Mühlknechte (sogar Knappen), Schuh- und Metzgerknechte, es gab Kriegsknechte (auch Knappen genannt). Der Ausdruck „Knecht“ hatte und hat niemals das Entehrende des Un-

freien, Sklavischen, das die Poesie an das Wort geheftet hat. Der Vasall war seinem Oberherrn gegenüber auch Knecht und das angelsächsische knight bezeichnet noch heute in England die Ritterwürde. Der Bauer schmeichelt seinem Söhnchen, wenn er es seinen „tüchtigen Knecht" nennt, wie die Mutter die Tochter „Mägdlein" heißt.

Knecht und Magd sind der Urtypus landwirthschaftlicher Arbeiter und der Familie des Dienstherrn oft für Lebenszeit innig verbunden, angehörig, von ihr versorgt.

Aus dem landwirthschaftlichen Taglöhner aber bildet sich der Hintersasse, Leerhäusler, Kossat, er war der Leibeigene des großen freien Bauers, er war in Hörigkeit desselben; er ist als armer Mann durch den Lohn noch jetzt da und dort abhängig von dem reicheren, jetzt gleich freien — Bauer. Der Landwirth zog seit je Taglöhnerfamilien in die Nähe seiner Höfe, gab ihnen etwas Grundbesitz und sorgte früher für sie, wenn sie seine Leibeigenen waren, — jetzt weniger mehr und das ist keine geringe Ursache des Mangels ländlicher Arbeiter da und dort.

Oberster Grundsatz der Arbeiterpflege des Staates in Bezug auf Vermehrung derselben überhaupt ist: daß ihre Vermehrung nur mit der gleichzeitigen Zunahme der Erzeugung an Nahrungsmitteln vorzugsweise, dann der Subsistenzbedingungen überhaupt vor sich gehen solle. Die Arbeit schreite in gleichem Verhältniß mit dem Kapital, das sie beschäftigt, vor. Der Lohn spricht dieses Verhältniß am deutlichsten aus und der Lohn drückt nichts als die Gütermenge aus, welche sich der Arbeiter dafür eintauschen kann.

Der Staat kann zufrieden seyn, wenn der Arbeiter mit dieser Gütermenge sich das Nöthige, obenan den Ersatz seiner aufgewendeten Arbeitskraft selbst, wieder verschaffen kann. Wenn Kapital und Arbeit sich in richtigem Verhältniß so mehren, gewinnt der Staat immer, doch am sichersten nur, wenn seine landwirthschaftlichen Arbeiter, welche die stärksten, gesundesten und waffentüchtigsten von allen sind, dabei die Mehrzahl bilden. Ein Staat mit bestgenährter Fabrikbevölkerung und reichen Kapitalien wird in seiner Unabhängigkeit von einem armen Ackerbaustaate, der jedoch hinreichende Nahrung für Erhaltung seiner Arbeitskraft liefert, gefährdet seyn.

Der landwirthschaftliche Arbeiter vermehrt sich nicht im Uebermaße und die Regierung hat wenig Fürsorge bezüglich der Ueber-

völkerung von dieser Seite her aufzuwenden. Alle Uebervölkerung hat ihren Grund in der Zunahme der Nahrungsmittel und der Bedürfnißbefriedigung. Werden durch den vortheilhaften Gang industrieller Geschäfte die Löhne höher getrieben, so pflegen die Lohnarbeiter bei solchen Unternehmungen mit geringer Vorsicht Ehen einzugehen und Familien zu gründen. Der Gang des Gewinnes führt rasch hintereinander zu großer Höhe und zu entsetzlicher Tiefe. — Aber die Vortheile der landwirthschaftlichen Produktion kommen nur sehr allmählig zum Vorschein und schwinden ebenso allmählig. Es fehlt das Verführerische augenblicklicher hoher Einnahmen. Dazu kommt, daß der mit selbst erzeugten Naturalien großentheils gelohnte landwirthschaftliche Arbeiter in besseren wie in schlechteren Zeiten gleichmäßiger gut genährt wird und somit jene Sprünge zwischen Luxusernährung und Hungerleiden, welche eben in krankhafter Weise auf die Bevölkerungszunahme wirken, vermieden werden. Die gesunde landwirthschaftliche Arbeiterbevölkerung wächst auch mit der Zunahme der Nahrungsmittel zur Begründung und Erhaltung der Familien; da sie aber dem Regulator, der Produktion von Nährstoffen nämlich, am nächsten steht, so leidet sie auch am wenigsten von Mangel an Voraussicht und der daraus hervorgehenden Täuschung.

Der Regulator wird in der Regel als Lohn — d. h. als die damit zu erkaufende Gütermenge — sichtbar, und er bestimmt die Richtigkeit des Verhältnisses zwischen Arbeit und Kapital. Er ist der Zeiger für die staatliche Fürsorge.

Wie wird die landwirthschaftliche Arbeit gelohnt?

Man hört oft die Klage, der Arbeitslohn werde nicht nach seinem wahren Werthe gegeben, sondern nach dem, was Herkommen, die Gesetze des fluktuirenden Welthandels, kurz äußere und sehr unsicher wirkende, schwer zu bestimmende und gesetzlich nie regulirte Umstände festsetzen. Der Arbeitslohn, d. h. der wahre Werth der Arbeit, müsse schon vor dem Tausch oder Verkauf des Arbeitsproduktes bestimmt seyn, solle er den Arbeiter vollständig in gleichem Bestande erhalten. Dieser wahre Werth der Arbeit wird aber bestimmt durch die aufgewandten geistigen und materiellen Kräfte — resp. durch den vollen Ersatz derselben. — Kostete die Arbeit Muskularaktion, so kann der Aufwand derselben, wie ihr Ersatz, nach den Gesetzen der Physiologie und Chemie bestimmt werden:

1) bezüglich der Nahrungsmittel,

2) der Kleidung, der Wohnung,

3) der Ruhe oder Erholung,

4) in Bezug auf Vorsorge wegen späterer Abnutzung der Kräfte (durch Alter) mit einer durchschnittlichen Abnutzungsquote — nebst

5) möglicher Krankheit und Unglücksfälle überhaupt.

Würde dieses alles in Rechnung gezogen, so müßte sich klar zeigen, daß bei dem gegenwärtigen Stande unserer Arbeitslöhne — gleichviel ob es dem Unternehmer bezüglich des Kapitalgewinnstes möglich oder unmöglich ist — dieser Ersatz für die Leistung, mit Ausnahme der Landwirthschaft, häufig nicht gegeben wird, daß somit die Abnutzung des Körpers als Werkzeug bei dem großen Theil der arbeitenden Bevölkerung immer rascher, als der Natur gemäß wäre, vor sich geht — somit eine Verschlechterung der physischen Natur des Menschen, die ohne Wirkung auf die geistige nicht bleiben kann — die Forderungen der Civilisation unserer modernen Staaten bei ihren jetzigen nationalökonomischen Grundsätzen — begleitet.

Die Arbeit muß also nicht bloß eine Nützlichkeit geben, sondern sie muß ihrem Unternehmer vor allem und zuerst den wahren Werth seiner darauf verwendeten Kraft und erworbenen Geschicklichkeit völlig ersetzen.

Bei mangelndem Ersatz werden die Kräfte mit der Zeit bedeutend nachlassen — nicht merkbar in einer oder zwei Generationen, wohl aber nach mehreren — und man würde sicher hierin schon vorerst mit Vermehrung des Nationalreichthums stecken bleiben, wenn nicht die Natur gerade im Elende mehr Individuen zu erzeugen geneigt wäre und durch die Zahl der Hände die größere Schwäche der einzelnen Individuen auszugleichen suchte. Aber sie geräth dabei nur in das noch größere Uebel des auch damit wachsenden Bedarfes, — denn viele Schwächlinge leisten oft nicht so viel Arbeit, als wenig Starke, werden aber jedenfalls mehr Ersatz an Nahrung, Kleidung und Bedürfnissen überhaupt brauchen als jene. Die Lehre von der Thierhaltung liefert Beweise dazu. Kurz, ein Starker leistet leicht so viel wie zwei und drei Schwache, wird aber nur sehr selten ebenso viel essen, wie jene zwei und drei — noch weniger aber dreimal so viel Kleidung oder Wohnung brauchen — der längeren Kraftdauer ins Alter hinein gar nicht zu gedenken.

Es ist schon bemerkt worden, daß mehr wie in irgend einem anderen Betriebszweige der landwirthschaftliche Arbeiter mit Naturalien — d. h. mit den durch seine Arbeit vorzugsweise hervorgebrachten Stoffen, die Nahrungsmittel vor allem sind, gelohnt wird. Es wird schon überhaupt sehr schwer seyn, einem landwirthschaftlichen Arbeiter, gar erst als Knecht oder Magd, nicht in den Nährstoffen, die durch und mit ihm erzeugt worden, die volle Befriedigung seines Nahrungsbedarfes zu gewähren, selbst wenn man es wollte. Aber es ist ganz außer der Regel, daß diese Art Lohnverkürzung von den Landwirthen, welche ja eine volle Kraftäußerung unbedingt von ihren Arbeitern erhalten müssen, versucht wird.

Arbeiter, welche im Lohn verkürzt werden und aber nichts weiter zu thun haben, als bewegungslos irgend einer Maschine zu assistiren, einen Knoten zu schürzen oder einen Haken auszuheben, können lange fort noch immer diese geringe Kraftäußerung üben, selbst ohne völlige Befriedigung ihres Nahrungsbedarfes. Ja eine schlecht genährte Fabrikbevölkerung kann durch Uebung und Unterricht allmählig selbst besser und mehr produciren, während sie selbst doch endlich verkümmert.

Darum ist auch der Unterschied zwischen landwirthschaftlichen Arbeitern verschiedener Länder gleicher Zonen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit, die erworbene Geschicklichkeit ausgenommen, nicht so groß, wie bei den Arbeitern in den Gewerben. Wir haben nie große Unterschiede in der Kraftäußerung gutgenährter landwirthschaftlicher Arbeiter gesehen, sie mochten in Frankreich, Deutschland, England oder Polen am Pflug stehen, und wir halten das Gerede von der größeren Kraft der Heere dieser oder jener Nation, falls sie nur der ländlichen arbeitenden Bevölkerung und gleichen Breiten angehören, für grundlos. Doch aber wird diese Kraft sehr verschieden gewonnen und nicht minder verschieden ausgegeben. Ein landwirthschaftlicher Arbeiter Altbayerns gewinnt durch eine Luxusconsumtion von fünf Mahlzeiten starknährender Speisen per Tag eine außergewöhnliche Arbeitsbefähigung, aber er gibt sie auch mit Luxus häufig wieder aus, er verschwendet sie nicht selten, kann auch in Zeiten drängenden Bedarfes Außerordentliches leisten. Bei viel geringerer, doch aber ausreichender Ernährung leisten mit viel zäherer Muskulatur leichter gebaute und gewandtere Schwaben und Franken für gewöhnlich noch mehr als jener, aber sie sind für die

Dauer auch nicht der Verwendung eines Ueberschusses von Arbeitskraft fähig. Doch aber hält ihre größere Uebung diesen Vortheilen das Gleichgewicht, und im großen Durchschnitt sind die Leistungen beider gleich, wenn gleicher Fleiß herrscht.

Der Fleiß aber ist etwas Erlerntes und Angewohntes und von der Kraft Unabhängiges, wenn er auch durch sie am besten unterstützt wird. Er wird nicht minder vom Temperament und den Gewohnheiten selbst ganzer Völker beeinflußt, aber am meisten hervorgerufen durch die Aussicht auf Verbesserung des Zustandes des Arbeiters und also zunächst durch die Bedürfnißbefriedigung. Viele Bedürfnisse haben, drängt auf Befriedigung derselben und kann Antrieb zum Fleiß seyn. Rohe Völker und Wilde sind selten fleißig. Am fleißigsten ist unter den Lohnarbeitern derjenige, dessen Lohn genau nach der Leistung gerichtet ist (Stücklohn), weniger schon ist es der nach der Zeit belohnte Taglöhner, viel weniger der Frohnarbeiter, am wenigsten der Sklave.

Der fleißige Arbeiter gewinnt Fertigkeit durch Uebung der Gliedmaßen um so mehr, je mehr er Verstand hat. Der landwirthschaftliche Arbeiter hat die beste Gelegenheit, alle in Abwechslung zu üben, also gleichförmig fertig zu werden, aber die größere Schwierigkeit der Erkenntniß der Gesetze der organischen Natur läßt ihn in der Regel geringere Einsicht in die Natur seines Betriebes gewinnen, als der Arbeiter in anderen Gewerben und Fabriken. Darum ist auch seine Geschicklichkeit im Einzelnen geringer, wenn auch im Allgemeinen größer. Der landwirthschaftliche Arbeiter muß seine geistigen Kräfte zu sehr zersplittern und erreicht somit nicht die hohen Bildungsgrade, welche der concentrirte Kunstfleiß erreicht. Dieser schreitet, mit den beweglicheren Kapitalien verbunden und durch Betriebsamkeit geführt, zu der höchsten Kapitalnutzung vor, er gewinnt die höchsten Zinsen.

Wenn nun der Geldlohn vor allem durch die Menge von Nahrungsmitteln, welche damit gekauft werden können, geschätzt werden muß und diese erwerben zu können großes Anliegen des Arbeiters zur Erhaltung seiner Arbeitskraft schon, dann des Staates überhaupt, dem diese Kraft die werthvollste Quelle seiner Gütererzeugung bildet, seyn muß, so fragt sich, welches ist der Bedarf eines erwachsenen Arbeiters an Nährstoffen in unserem Klima.

Die neuere Physiologie gibt darauf zur Antwort, daß der

Umsatz der Stoffe, welche zum Leben mit oder ohne Arbeit gehören, eine ständige Größe sey und durch äußere Einflüsse (Wärme, Kälte, Erregung von Leidenschaft, dann Bewegung, insbesondere Bewegung und Anstrengung zur Arbeit) zwar geändert werden könne, doch weitaus nicht in dem Maße, daß die Anhaltspunkte selbst unsicher werden.

Ein solcher Anhaltspunkt ist, daß in Bezug auf das mittlere Maß des Stoffwechsels gilt: ein ausgewachsener Mann braucht in 24 Stunden zum Stofferſatz 60—66 Gramm stickstoffhaltige (eiweißartige) Verbindungen, und 210—240 stickstofffreie und zuvörderst kohlenstoffhaltige Verbindungen.

Wenn 100 Gramme Brod 16 Procent Eiweiß enthalten und 50 Procent Wasser, so braucht man wenigstens 750 Gramme Brod, um 60 Gramme Eiweißstoff, d. h. stickstoffhaltige Substanz zu geben.

Wenn wir annehmen, daß der Kohlenstoff drein geht, wie er denn bei der Pflanzennahrung in der Regel Nebensache ist, so können jene 750 Gramme oder $1\frac{1}{2}$ Pfund Brod in 24 Stunden ersetzt werden durch

300 Gramme Eisubstanz,
100 „ Käse,
4000 „ gekochte Kartoffeln mit $1\frac{1}{2}$ Procent Eiweiß,
500 „ gekochtes Fleisch mit 12 Procent Eiweiß,
600 „ gekochte Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen, Bohnen).

Aber das Brod ist es nach neueren Untersuchungen doch allein, welches das Leben im Gleichgewichte fort zu erhalten vermag.

Gesetzt nun, 500 Gramme oder das Pfund Erbsen koste nur 5 kr., das Pfund Rindfleisch 12 kr., das Pfund Kartoffeln $\frac{1}{2}$ kr., so braucht man zur Sättigung eines Arbeiters in Geld durch

Erbsen . . . 6 kr.,
Rindfleisch . . 12 kr.,
Kartoffeln . . 4 kr.,

vorausgesetzt, daß man mit Kartoffeln oder Erbsen oder selbst Fleisch allein den Arbeiter auf die Dauer ernähren könne.

Man kann niemals sagen, durch dieses oder jene Nahrungsmittel würde ein Arbeiter am wohlfeilsten ernährt, ohne vorher dasselbe auf seinen Nährwerth geprüft zu haben.

Ueberdieß hat die Zubereitung der Speisen selbst nebst Zuthaten den größten Einfluß auf die Verdaulichkeit derselben, und aller

Stickstoffgehalt eines Nährstoffes nützt nichts, wenn er nicht in verdaulicher Form oder assimilirbar gegeben ist. Auch macht das begreiflich neue Kosten.

Untersuchen wir als Beispiel die gewöhnliche Nahrung eines altbayrischen und eines oberfränkischen landwirthschaftlichen Arbeiters, eines Dienstknechtes — auf ihren Nährwerth und dessen Preis.

Der Knecht eines kleinen Bauers in *Franken* erhält als *Frühstück* 1/4 Pfund Brod (oder als Aequivalent Kartoffeln), zum *Mittag* dreimal in der Woche Fleisch (Räucherfleisch am häufigsten), viermal Hülsenfrüchte oder Sauerkohl mit Klößen oder Kartoffeln und Fettzuthat.

	Z. B. Erbsen in Mußform	1/4	Pfund,
	Sauerkohl . . .	1/2	„
	Klöße	1	„
	Brod	1/4	„
Abends	Kartoffeln . . .	2	„
	Milch	1	„
	Brod	1/4	„

Zusammen also:

3/4	Pfund	Brod	mit	50	Procent	Wasser,
2	„	Kartoffeln	„	70	„	„
1/2	„	Sauerkohl	„	90	„	„
1	„	Klöße	„	65	„	„
1	„	Milch				

In Grammen sind dieß

375 Gr.	Brod	mit	187,5 Gr.	fester	Substanz	und	29,9	Eiweißkörper
1000 „	Kartoffeln	„	300	„	„	„	„	4,5	„
250 „	Sauerkohl	„	25	„	„	„	„	1,0	„
500 „	Klöße	„	175	„	„	„	„	30,0	„
500 „	Milch	„	. . . .					20,0	(Käsestoff.)
								85,4	

Es ist klar, daß dieser *Arbeiter* vortrefflich genährt wird, da der Kohlenstoff zuverlässig in rechter Menge hier mitgeliefert wird. Ueberdieß steht ihm der Brodlaib allezeit zur Verfügung.

Der Knecht eines altbayrischen größeren Bauers erhält als Frühstück Milchsuppe mit Brod so viel er essen mag, Mittags Wassersuppe mit Brod, drei Klöße oder drei Nudeln oder drei Schuksen. Alles Mehlspeisen, letztere mit Schmalz bereitet, reichlich 1 1/2 Pfund

wiegend. Abends Wassersuppe mit den Resten des Mittagessens oder Milchsuppe. Es liegt auf der Hand, daß dieser Arbeiter noch besseren Stofferſatz findet. Kommt überdieß noch Bier hinzu, wie sehr häufig, doch nicht in der Regel, der Fall ist, und die vermehrten Rationen beim Heuen und Ernten, so ist klar, daß dieß bis zur Luxusconsumtion gehen kann und die Erhaltung der Arbeitskraft des Volkes zwar in hohem Grade gewinnen, die Uebung aber selbst verlieren kann.

Der Ausdruck, daß 60—66 Gramm eiweißhaltigen Nährstoffes oder Proteinkörper für einen erwachsenen Mann täglich nöthig sey, scheint mehr aus Versuchen an Soldaten in Garnison oder Sträflingen in Gefängnissen, die beide keine anstrengende Arbeit verrichteten, hervorgegangen zu seyn. Frerich und Lehmann, Professoren, fanden es an sich selbst so. Wir finden wenigstens, daß landwirthschaftliche Arbeiter überall besser genährt werden.

Wollte man Beispiele mit Fleischspeisen nehmen, so würde sich die Berechnung etwa in folgender Weise gestalten:

1 Pfund = 500 Gramm Fleischsuppe, reich an Salzen, doch so viel wie stickstofffrei, specifisches Gewicht 1,025 oder mit ¼ Pfund Brod oder 125 Gramm mit fester Substanz 62 Gramm, also bis 16 Proc. Proteinkörper	9,92
½ Pfund = 250 Gramm Rindfleisch, gekocht, mit nur 100 festen Bestandtheilen und 13 Proc. Stickstoff .	82,55
1 Pfund = 500 Gramm Kohl, mit fester Substanz .	7,20
2 Pfund = 1000 Gramm Milch zum Früh- und Abendessen mit 4 Proc. Käsestoff	40,00
¾ Pfund = 375 Gramm Brod den ganzen Tag oder in 187 Gramm festen Bestandtheilen	29,92
	169,59

Niemand kann in Abrede stellen, daß eine solche Verköstigung nichts Uebertriebenes hat, sehr häufig sogenannte Hausmannskost eines Bauers, nicht bloß des Knechtes, bildet, ohne daß man bei tüchtiger Arbeit diese Leute fett werden sähe. Mulders Annahme von 100 Gramm stickstoffhaltiger Substanz, von Soldaten, im Festungsdienst genommen, kommt der Wahrheit viel näher.

Ich glaube, daß im großen Durchschnitt landwirthschaftliche Arbeiter im ausgewachsenen Zustande immer zwischen 85—100 Gramm stickstoffhaltiger Substanz täglich in der Nahrung erhalten.

Als ein weiter unterscheidendes Merkmal für die landwirthschaftliche Arbeit gilt im Allgemeinen: große Mannigfaltigkeit, wie sie die Richtung derselben auf Erzeugung organischer Wesen, Thiere und Pflanzen von selbst fordert. Daher weniger Einseitigkeit der Entwicklung der Fähigkeiten.

Die Arbeit ist überall das Produkt freier und angeeigneter Güter, sie hängt in ihren Erfolgen von der materiellen Kraft, welche die Muskeln und Knochen verleihen und welche Ersatz heischt, dann von Lebensthätigkeit überhaupt, von der geistigen Befähigung und von der Uebung wie dem Unterricht, endlich vom Fleiß ab.

Schon Fourier hat mit Recht den Wechsel in der Arbeit empfohlen, um damit auch andere Organe des Körpers in den Kreis der Anstrengung zu ziehen und das Erlahmende des Geistes bei völliger Eintönigkeit der Arbeit zu heben. Ein Mann, der sein Leben lang in der Fabrik damit zubringt, gewisse Knoten zu schürzen oder eine Oese zu drehen, ein Mann, der nichts thut, als Buchstaben setzen oder vorgemachte Zeichen nachmachen, wird zuverlässig in diesen Dingen eine große Fertigkeit erlangen, aber er wird in allen übrigen Arbeiten äußerst ungeschickt und auch leicht geistig verkrüppelt seyn. Ein landwirthschaftlicher Arbeiter erhebt sich z. B. früh vom Lager, um einige Stunden zu dreschen, dann das Vieh zu füttern, worauf er frühstückt. Vielleicht ruft ihn darauf die Arbeit auf das Feld zum Pflügen, zu einer andern Zeit zum Mähen, Ernten, Einfahren, Einpansen, an den Häckselstuhl, auf die Weide, zum Holzmachen, zur Marktfuhr u. s. w. Viele verstehen selbst, ihre Schuhe auszubessern oder Wagenleitern zu verfertigen, Körbe zu flechten, Holzschuhe und Löffel zu schnitzen. Seht den Bauernknecht bei der Schmiede oder dem Wagner stehen und aufmerksam zusehen, wie an seinen Geräthen gearbeitet wird und seyd überzeugt, er probirt Einiges nachzumachen und sucht bald in den Besitz eines Schnitzmessers, dazu gehörenden Stuhles, einiger Bohrer und passender Beile zu kommen.

Ein weiteres Merkmal der landwirthschaftlichen Arbeit ist die vollkommnere Benützung der Kraft des Menschen, weil sie nicht einseitig benützt wird. Klettern, Laufen, Springen, Anstrengung der Arme und Hände, der Beine, dann der Brust, der Schultern, des Rückens, kurz kein Körpertheil bleibt außer Uebung, alle müssen zum Gesammteffekt beitragen.

Eines der größten Uebel in der Pflege der Arbeitskraft des Landes überkommt die staatliche Fürsorge bei steigendem Preise der Lebensmittel. Die Arbeiter werden höheren Lohn brauchen, und doch wird eine größere Menge als sonst nach Arbeit fragen, also den Lohn eher herabdrücken. Geringerer Lohn aber bei größerer Nachfrage nach Arbeit aus Ursache der Theurung, begleitet vom Zurückziehen des Kapitals, von Unternehmungen, weil es die abnehmende Kauflust der Masse, eben der Theurung wegen, spürt: das sind die Grundursachen der entstehenden Arbeiterunruhen. Aber der landwirthschaftliche Arbeiter wird davon am wenigsten berührt, einfach weil er am meisten in Naturalien selbst seinen Lohn bezieht und der Gutsbesitzer nicht die Arbeitskraft seiner Leute, angesichts hoher Preise seiner Produkte, schwächen lassen kann.

Wenn nun aber die in der Landwirthschaft rührige Arbeitskraft eines Landes seine schon von Natur aus bestgepflegte ist, die des Fischers oder Jägers kommt als in civilisirten Staaten von zu geringer Ausdehnung kaum in Betracht, so soll damit nicht übersehen werden, welche Mängel ihr auch ankleben.

Die Schattenseiten der landwirthschaftlichen Arbeit liegen vorzugsweise

a) in der schwachen Kraft des Menschen, die Naturgesetze der o r g a n i s c h e n Welt zu beherrschen und nach seinen Absichten zu lenken, daher geringere Einsicht in die wissenschaftlichen Grundlagen der Landwirthschaft überhaupt und Geringschätzung des Fortschrittes, des Neuen insbesondere;

b) in der geringeren Möglichkeit größerer Arbeitstheilung und deßhalb

c) der geringeren Geschicklichkeit des landwirthschaftlichen Arbeiters im Einzelnen, während er im Ganzen den Uebrigen vorgeht;

d) in der endlich schweren Beweglichkeit des Grundkapitales, des Grundes und Bodens, welche die Erfolge der landwirthschaftlichen Arbeit in geeigneten Zeiten oft beträchtlich abschwächt.

Letzter Vorwurf trifft zwar mehr das Grundkapital selbst, aber die Wirkungen dieses sind doch zuletzt von der damit verbundenen Arbeit selbst abhängig.

In der Verminderung dieser Schattenseiten, ohne Verwischung des Grundcharakters der landwirthschaftlichen Arbeit liegt ein großer Fortschritt.

Aus der Betrachtung beider Hauptmittel der landwirthschaftlichen Produktion, des Grundkapitals und der Arbeitskraft geht hervor, daß sie in ihrem Wesen nur durch die naturwissenschaftliche Forschung richtig erkannt werden können und die ganze Volkswirthschaftslehre kann daraus brauchbare Sätze ziehen.

Wie jener Landwirth am besten wirthschaftet, der möglichst viel Brauchbares mit solchen Mitteln erzeugt, die ihm nichts kosten, also im Pflanzenbau mit den pflanzennährenden Bestandtheilen der Luft und der Gunst des Klima, so weit sich letztere künstlich ersetzen läßt, also mittelst freier Güter mit einem Worte, so wird dieß auch mit einem ganzen Volke anderen gegenüber sich verhalten und schon Say (von dem es Alb. Blok gelernt haben mag) sagte, die höchste wirthschaftliche Aufgabe sey, mittelst unangeeigneter freier Güter möglichst viel angeeignete und schwerer ersetzbare zu erzeugen und auszutauschen. Wer Oel, Zucker oder Branntwein, die alle aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, also drei freien Elementen bestehen, erzeugt und gegen edle Metalle, sehr unfrei und überall angeeignet, eintauscht, thut dieses. Wer Getreide oder Vieh verkauft, thut dieß viel weniger, weil er mit beiden auch die schwerer anzueignenden Metalle der Alkalien und Erden, dann Kieselerde, Schwefel und Phosphor mit entfernt. Es kommt nur darauf an, auch diese in anderen Formen von Produkten wieder dem Lande zuzuführen, denn es gilt nur „Werth gegen Werth," den vollen Werth aber für die ganze Volkswirthschaft zu erkennen, dazu gehört eben das, was wir die Naturkenntniß der Wirthschaft nennen.

Fraas, Carl,

Buch der Natur für Landwirthe oder landwirthschaftliche Naturkunde

München 1860